

Phonetica

INTERNATIONALE ZEITSCHRIFT FÜR PHONETIK
INTERNATIONAL JOURNAL OF PHONETICS
JOURNAL INTERNATIONAL DE PHONÉTIQUE

EDITOR:

E. Zwirner, Münster in Westfalen

COEDITORES:

R. AVANESOV, Moskva
E. BLANQUAERT, Gent
S. K. CHATTERJI, Calcutta
W. DOROSZEWSKI, Warszawa
E. FISCHER-JØRGENSEN, København
D. B. FRY, London
P. L. GARVIN, Washington, D. C.
A. GEMELLI, Milano
H. GLINZ, Zürich
R. JAKOBSON, Cambridge, Mass.
K. JIMBO, Tokyo

M. JOOS, Madison, Wisc.
B. MALMBERG, Lund
A. MARTINET, Paris
SH. MORAG, Jerusalem
R. OLESCH, Köln
G. E. PETERSON, Ann Arbor, Mich.
K. L. PIKE, Glendale, Calif.
A. A. REFORMATSKIJ, Moskva
E. W. SELMER, Oslo
A. SOVIJÄRVI, Helsinki
F. TROJAN, Wien

SECRETARIUS:

W. BETHGE, Münster in Westfalen

1959



Vol. 4, No. 1

BASEL (Schweiz)

S. KARGER

NEW YORK

INHALT - CONTENTS - SOMMAIRE

Sammelreferate - Surveys - Revues générales

R. HUSSON (Paris)	Der gegenwärtige Stand der physiologischen Phonetik	1
W. S. ALLEN (Cambridge)	Indo-Aryan	33
K. FOKKEMA (Amstelveen)	Phonologia Frisica	37

Originalarbeiten - Original Papers - Travaux originaux

E. FISCHER-JØRGENSEN and A. TYBJÆRG HANSEN (Copenhagen)	An Electrical Manometer and its Use in Phonetic Research	43
LIBRI		54

Phonetica erscheinen in Heften zu 64 Seiten. 4 Hefte bilden 1 Band zum Preis von sFr. 38.50 (inkl. Porto). Alle Manuskripte sind zu senden an das Institut für Phonetrie, Steinfurter Straße 107, Münster i. Westfalen (Deutschland). Rezensionsexemplare sowie Zuschriften, Abonnements und Inserate betreffend, sind an den Verlag zu richten.

Die Mitarbeiter erhalten anstelle eines Honorars 50 Sonderdrucke kostenfrei. Weitere Sonderdrucke, die bei der Rücksendung der ersten Korrektur zu bestellen sind, liefert der Verlag gegen Berechnung.

Publikationssprachen sind Deutsch, Englisch und Französisch. Jede Originalarbeit erhält eine Zusammenfassung in diesen drei Sprachen.

Anleitungen zur Abfassung von Bibliographien (mit Beispielen) sowie Abkürzungslisten der wichtigsten Zeitschriften können vom Verlag angefordert werden.

Phonetica are published in issues of 64 pages. 1 volume consists of 4 numbers and costs sFr. 38.50 (postage incl.). All manuscripts should be addressed to the Institut für Phonetrie, Steinfurter Strasse 107, Münster i. Westfalen (Germany). Books for review as well as enquiries concerning subscriptions and advertisements should be sent to the publishers.

Contributors will receive 50 copies of their papers free of charge in lieu of remuneration. Extra copies, if desired, should be ordered with the return of the first proofs and will be supplied at a special rate.

Articles will be printed in either German, English or French, with summaries in all three languages.

Rules for the preparation of bibliographies (with examples) as well as lists of abbreviations of the most frequently quoted Journals may be obtained from the publishers.

Phonetica paraissent en fascicules de 64 pages. 4 fascicules forment 1 volume et coûtent fr.s. 38.50 (port compris). Tous les manuscrits doivent être adressés à l'Institut für Phonetrie, Steinfurter Strasse 107, Münster i. Westfalen (Allemagne). Par contre les livres pour analyse, les demandes de renseignements ainsi que les demandes concernant les annonces-réclames et les abonnements seront adressés à l'éditeur.

Les auteurs recevront gratuitement 50 tirés à part de leurs articles. Des exemplaires supplémentaires pourront être obtenus à titre onéreux; la commande devra alors en être faite quand l'auteur retournera à l'éditeur les premières épreuves corrigées de son travail.

Les articles seront publiés soit en allemand, soit en anglais, soit en français; ils seront toujours suivis d'un résumé dans les trois langues.

Les règles à suivre pour établir une bibliographie (avec exemples à l'appui) ainsi que la liste des abréviations des titres de journaux courants, peuvent être obtenues en s'adressant aux éditeurs.

Husson, R.: *Phonetica* 4: 1-32 (1959).

Aus dem physiologischen Laboratorium der Sorbonne, Paris

Der gegenwärtige Stand der physiologischen Phonetik

VON RAOUL HUSSON

Einleitung

Ferrein hatte im Jahre 1741 die Idee geäußert, die Stimmbänder wirkten bei der Stimmbildung wie ein Zungenpfeifensystem, das durch den Luftstrom aus der Lunge in Schwingung versetzt würde. Diese Idee hielt sich bis 1950. Was die Bildung der Vokale betrifft, sind die Meinungen über die Theorie der «Resonanz» von *Helmholtz* (1857) und über die Theorie der «Formanten» von *Hermann* (1868) seit einem Jahrhundert geteilt. Die Überprüfung dieser jahrhundertealten Dogmen wurde ungefähr gleichzeitig in Deutschland (*Goerttler*, 1950) und in Frankreich (*Husson*, 1950) eingeleitet. Sie führte von diesem Zeitpunkt an zu einer außerordentlichen Folge experimenteller Arbeiten, die nach und nach in zahlreichen Ländern durchgeführt wurden: In Argentinien, Italien, Jugoslawien, Japan, in der Tschechoslowakei, in der UdSSR usw. Von diesen Arbeiten geben wir nur eine zusammenfassende Übersicht, die hauptsächlich dazu bestimmt ist, die wichtigsten Sachverhalte darzustellen und eine grundlegende Bibliographie zu geben. Wir beschränken uns auf zwei deutlich unterschiedene und genau abgegrenzte Kapitel der physiologischen Phonetik:

1. die stimbildende Tätigkeit des Kehlkopfes,
2. die stimbildende Tätigkeit des supraglottischen Raumes.

I. Die stimbildende Tätigkeit des Kehlkopfes

Die stimbildenden, motorischen Rekurrensimpulse

Die Versuche von Moulonguet (1953)

Eine Untersuchung der stimbildenden Funktion des Kehlkopfes fordert zunächst die Bekanntschaft mit den Vorgängen, die sich in seinem motorischen Nerv (N. recurrens) abspielen. Dr. *Moulonguet* setzte zu diesem Zweck bei einer totalen Laryngektomieoperation (1952 und 1953) Ableitelektroden auf den freigelegten N. recurrens mehrerer Personen, die ein Mikrophon vor dem Mund hielten (Fig. 1). Die Photographie der Ableitungen zeigte, daß die

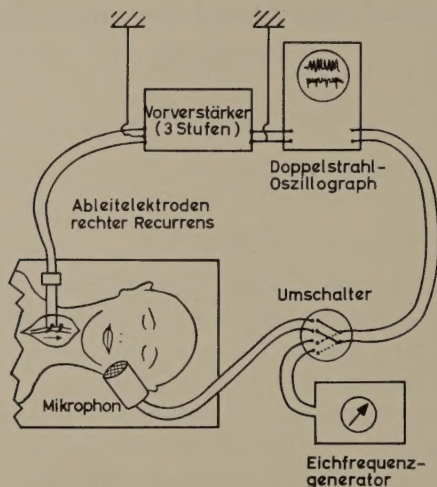


Fig. 1. Die Versuche von *Moulonguet* (1952-1953). (Erklärung im Text.)

motorischen Rekurrensimpulse den gleichen Rhythmus aufwiesen wie die Schwingungen der Stimme (Fig. 2) und daß sie diesen um 7-8 hundertstel Sekunden vorausgingen³⁷.

Rhythmische Antwort der Stimmbänder auf Rekurrensreize

Elektromyographie von Portmann und Mitarb. (1954-1956)

Um zu wissen, wie die Stimmbänder auf die Impulssalven des Rekurrens, die ihnen während der Stimbildung zugeleitet werden, reagierten, mußte man beim Menschen *in vivo* Ableitelektroden in sie einführen. Diese Elektromyographie wurde zum ersten Male von Prof. Dr. *Georg Portmann* 1954 und mehreren Mitarbeitern an verschiedenen Personen vorgenommen, die sich einer tiefen Pha-



Fig. 2. Aufnahmen während der Versuche von Moulouquet. Links: Aufnahme ohne erzeugten Ton (Leerversuch): Die obere Linie stellt das leichte Grundgeräusch aus dem Saal dar, die untere Linie zeigt die elektrische Grundaktivität des Verstärkers. – Die rechte Seite zeigt die Aufnahmen während der 110. Sekunde des Versuchs: obere Linie = Stimme, untere Linie = elektrische Aktivität des N. recurrens.

Nota: Die Aufnahmen sind von oben nach unten zu lesen. Die Versuche konnten in Anbetracht des Zustandes des Patienten nicht länger als drei Minuten durchgeführt werden.

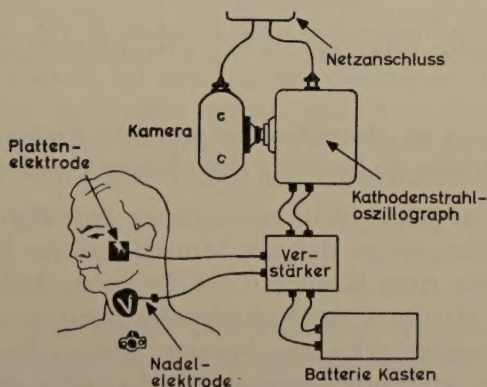


Fig. 3. Elektromyographien der Stimmbänder beim Menschen, von Portmann und Mitarb. (1954–1956). (Erklärung im Text.)

ryngotomie (Fig. 3) unterzogen hatten. Dabei wurde folgendes festgestellt:

1. Die Kontraktionen der Fasern des *M. thyreo-arytaenoidus internus* sind äußerst kurz. Das muskuläre Aktionspotential beträgt zuweilen 0,8 Millisekunden. Die tetanische Verschmelzungsfrequenz beträgt im Mittel annähernd 300–320 Schwingungen/Sekunde; dieser Muskel ist also fast so schnell wie der gerade innere Augenmuskel.

2. Während der Phonation erfolgen die Kontraktionen jeder motorischen Einheit rhythmisch, und sie haben genau den Rhythmus der Stimme des Brustregisters (Fig. 4)³⁹.

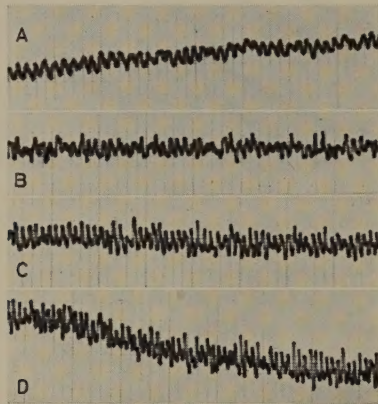


Fig. 4. Aufnahmen während der Versuche von Portmann und Mitarb. Die Muskelaktionspotentiale, die durch Nadelelektroden registriert wurden, sind mit den Stimm-schwingungen synchron.

A: Hervorgebrachter Ton, zwischen c (129,3) und cis. B: Ton, zwischen e und f.
C: Ton, fis benachbart. D: Ton, a (217,5) benachbart.

Auseinanderweichen der Stimmbänder bei jeder ihrer Kontraktionen
Grundlegende Arbeiten von Goerttler (1950) und von Frau Krmpotic (1956)

In einer im Jahre 1950⁹ erschienenen grundlegenden Arbeit hat Kurt Goerttler gezeigt, daß alle Muskelfasern der Stimmbänder wie «die Zähne eines Kammes» auf der freien Außenkante und dem «Conus elasticus» der Stimmbänder inserieren und daß sie zwei untereinander gekreuzte Systeme bilden (Fig. 5). Daraus folgt: Sind die Aryknorpel festgestellt und erreicht eine Salve von Rekurrensimpulsen die Stimmbänder, die ebenfalls aneinandergelegt sind, dann buchten sich die freien Ränder nach außen, und

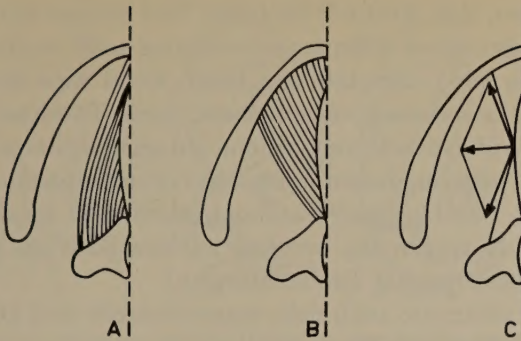


Fig. 5. Doppeltes Muskelfasersystem des M. thyreo-arytaenoideus internus (nach Goerttler, 1950). A: Bündel des M. ary-vocalis. B: Bündel des M. thyreo-vocalis. C: Kräfteparallelogramm, das zeigt, wie jeder Punkt des freien Randes und des Conus elasticus nach außen gezogen wird, wenn sich die beiden Systeme der Muskelfasern gleichzeitig kontrahieren (die Aryknorpel bleiben festgestellt).

die Stimmbänder werden voneinander gelöst, wodurch ein spindelförmiger Glottisspalt entsteht. Das ist nichts anderes als die Schwingungsphase der Erweiterung. Die Arbeit des berühmten Anatomen aus Freiburg im Breisgau ist die wichtigste, die seit dem Anfang dieses Jahrhunderts über den Kehlkopf erschienen ist. Er hat außerdem noch gezeigt, daß sich diese anatomische Anordnung aus dem Auftreten eines «Stimmbandblastems» herleitet, und seine Schülerin Gertrud Seiter⁴² hat gezeigt, daß dieses Blastem nur beim Menschen vorkommt. Man hatte dem mit vollem Recht entgegengehalten, daß das rechte Stimmband sich *vor* dem linken einbuchten müßte, da der linke N. recurrens länger ist als der rechte. Aber Frau Jelena Krmpotic aus Zagreb hat gezeigt, daß die Axone des linken N. recurrens dicker als die des rechten sind. Also werden dort die Impulse viel schneller fortgeleitet³⁶. Der Unterschied im Durchmesser (0,0019 mm) hebt genau den Längenunterschied (10 cm durchschnittl.) auf.

Die Vorläufer

Die oben angeführten experimentellen Tatsachen genügen schon, um erkennen zu lassen, daß die sogenannte «Schwingung» der Stimmbänder in Wirklichkeit eine einfache neuromotorische Erscheinung ist, die «Schlag auf Schlag» durch die motorischen Salven des N. recurrens gesteuert wird. Es muß er-

wähnt werden, daß *Kirikae*³⁵ im Jahre 1943 gezeigt hat, daß jedes Stimmband bei seiner Öffnungsschwingung nach außen und *nach unten* gezogen wird und daß sein freier Rand *unter der Glottis* im Laufe dieser Erweiterung verschwindet: diese Tatsachen stehen in absolutem Widerspruch mit einem Zungenpfeifenmechanismus, während ein aktives, neuro-muskuläres Funktionieren sie in der Folge erklärt. *Otto Heymann*¹¹ hatte sich schon 1933 auf die «aktiven Impulse des N. recurrens» berufen, auf der Basis gut gelungener laryngo-stroboskopischer Beobachtungen.

*Husson*¹³ sammelte zahlreiche experimentelle und klinische Daten und legte in seiner These dar:

1. daß die klassische myo-elastische Theorie außerstande ist, eine Reihe normaler und pathologischer stimmlicher Äußerungen zu erklären,

2. daß die moderne Neuro-Physiologie zeigt, daß die sogenannte «Schwingung» der Stimmbänder sehr gut ein aktives Phänomen sein kann, das «Schlag auf Schlag» durch die Impulssalven des N. recurrens ausgelöst wird und folglich unabhängig vom Luftstrom sein kann,

3. daß diese Erklärung allen normalen und pathologischen stimmlichen Erscheinungen, die eigenartigsten zentralen Funktionsstörungen einbegriffen, Rechnung trägt.

Die Schwingung der Stimmbänder ohne Luftstrom

Daß die Stimmbänder ohne Zutun eines Luftstromes und ohne jeglichen subglottischen Druck schwingen, seit 1950 postuliert, wurde zum ersten Male 1956 von *Piquet* und seinen Mitarbeitern³⁸ beobachtet und mit einer ultraschnellen Kamera auf Farbfilm aufgenommen. Figur 6 zeigt die drei Phasen des Experiments:

1. direkte Aufnahme einer Schwingung mit dem Luftstrom der Lunge,

2. abgelenkter Luftstrom der Lunge und direkte Aufnahme der Stimmbänder, die ohne Luftstrom vibrieren, während die Person versucht, «denselben Ton wie vorher» zu erzeugen; es wird kein Ton hervorgebracht.

3. Der Luftstrom der Lunge wird abgelenkt und durch künstlichen, nach Wunsch variablen Druck ersetzt.

Der Vergleich der drei Filmstreifen zeigt, daß die gefilmten Schwingungen in allen drei Fällen *quasi identisch* sind. Nach der

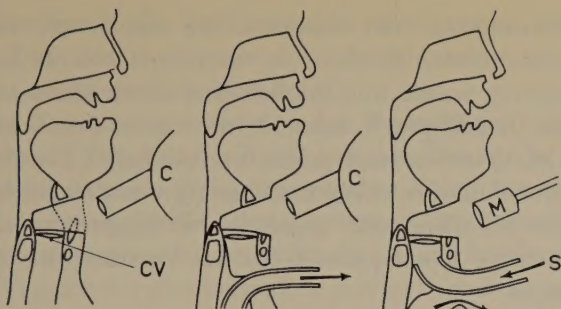


Fig. 6. Versuche von Piquet und Mitarb. (1956). a) Die ultraschnelle Kamera C filmt die Vibration der Stimmbänder CV, die vom subglottischen Druck, der normalerweise aus den Lungen stammt, begleitet ist. b) Die ausgeatmete Luft wird durch eine Tracheotomiekanüle vor dem Kehlkopf abgeleitet. Unter diesen Bedingungen filmt die Kamera die Vibration der Stimmbänder, die auch ohne Luftstrom zustande kommt. Es wird kein Ton erzeugt. c) Der subglottische Druck der Lunge wird durch ein nicht eingezeichnetes Gebläse S (mit Manometer) ersetzt. Vor die Stimmritze der Person wurde ein geeichtetes Mikrophon M gehalten, das den erzeugten Ton aufnimmt und seine Intensität mißt.

Veröffentlichung des Ergebnisses wurde es systematisch in verschiedenen Ländern überprüft. Einige Experimentatoren fanden es bestätigt, andere nicht, je nach den experimentellen Methoden und den untersuchten Personen. Besonders *Galli und de Quiros*⁷ bestätigten das Ergebnis in Buenos-Aires durch eine einfache Technik: Sie beobachteten mit dem Laryngostroboskop Personen mit gut erhaltener Stimme, die an einer Abduktionslähmung litten und eine Zweiweg-Tracheotomie-Kanüle trugen. Während der Beobachtung veranlaßte ein Gehilfe, daß der Luftstrom abgelenkt wird; der Ton verstummt. Bei einigen Personen sieht man, daß die Stimmbänder bis zum Nachlassen der expiratorischen Anstrengung der Person weiterschwingen, ohne daß ein Ton entsteht.

Die dritte neuro-muskuläre Funktion des Kehlkopfes

Bis 1950 kannte man nur zwei neuro-muskuläre Funktionen, die dem Kehlkopf zufielen: die *Adduktion* oder Verengung des Sphinkters und die *Abduktion* oder Erweiterung des Sphinkters. Man glaubte, daß sich die Bildung des Tones ganz einfach aus einer Adduktion unter genügendem subglottischen Druck herleitete, um die Ränder wie Zungen zum Schwingen zu bringen.

Die Experimente von Piquet und seinen Mitarbeitern haben gezeigt, wie *Husson* es seit 1950 angekündigt hatte, daß die soge-

nannte «Schwingung» der Stimmbänder nichts anderes als eine reine neuro-motorische Erscheinung war, die durch die Rekurrensimpulse angeregt wurde und folglich eine dritte neuro-motorische Funktion des Kehlkopfes²⁴ darstellt, die eigens den *Goerttlerschen* Fasern des *M. thyreo-arytaenoideus internus* zufiel. Darüber hinaus ist diese dritte Funktion völlig unabhängig von den beiden ersten, denn sie kann bei offener oder geschlossener Stimmritze stattfinden. Das sind wichtige Konsequenzen für das Verständnis von Rekurrenslähmungen^{20, 23}.

Die stimmbildende Tätigkeit des Kehlkopfes

Der Larynx funktioniert bei der Stimmbildung wie folgt (wir beschränken uns zur Vereinfachung auf das Brustregister): Nehmen wir an, die Glottis sei geschlossen. Eine Rekurrens-Impulssalve «in Phase» erreicht die *Mm. thyreo-arytaenoidei interni*. Die *Goerttlerschen* Fasern kontrahieren sich, und die Ränder der Glottis weichen auseinander. Ein Luftstoß geht durch den Glottisspalt. Daraufhin kehren die Fasern in ihren anfänglichen Tonus-Zustand zurück, die Bänder legen sich wieder aneinander. Sie bleiben in Berührung, bis die folgende Rekurrenssalve sie erreicht. Man sieht also, daß jedes «*Décollement*» der Stimmbänder durch eine Rekurrenssalve *ausgelöst* wird und daß die Frequenz der Glottisöffnungen durch die Frequenz der Rekurrensimpulssalven *gesteuert* wird.

Die periodischen Luftstöße, die aus der Stimmritze kommen (*airflow puff*), erhöhen periodisch den pharyngo-bukkalen Druck und bilden so die Stimme. Es handelt sich in gewisser Weise um den Mechanismus einer «Sirene» (*Cagniard-Latour, Seebeck* usw.). Jeder Luftstoß läßt 0,1–0,5 cm³ Stimmritzenluft³¹ heraus. Die «Schwingung» der Stimmbänder ist also keineswegs eine Schwingung im elastischen Sinne: Es handelt sich um eine Folge von rhythmischen und schnellen Kontraktionen der *Goerttlerschen* Fasern des *M. thyreo-arytaenoideus internus*; jede Kontraktion öffnet die Stimmritze für eine kurze Zeit.

Über die aerodynamische Tätigkeit der Stimmritze während der Stimmbildung

Die Größenordnung der «Stöße», die unter normalen Bedingungen aus den Muskelkontraktionen resultiert, die die Stimmbänder am Anfang einer jeden Periode auseinanderweichen lassen, ist «*grosso modo*» 1–2 Millionen dyn, während der aerodynamische

Druck, der durch die Luft ausgeübt wird, selten 100 000 dyn²⁵ erreicht. Das erklärt, warum die «Schwingung» mit und ohne Luftstrom annähernd die gleiche ist.

Einige Ignoranten wendeten das *Bernoullische* Gesetz auf die stimmbildende Tätigkeit des Kehlkopfes an: Das ist eine Absurdität. Dieses Gesetz ist nur auf einen *permanenten Ablauf* anwendbar, während der Vorgang in der Glottis während der Stimbildung ein *intermittierender* Verlauf ist (mit schnellen Unterbrechungen).

Der Versuch hat gleichermaßen gezeigt²⁴, daß der subglottische Druck, wenn er vorhanden ist, einen myostatischen Reiz auf die Stimmbänder ausübt, der gleichzeitig ihren Tonus vermehrt und ihre Erregbarkeit erhöht. Die Messungen der Dauer einer Glottisöffnung von R. Timcke⁴⁷, Hamburg, die er mit Hilfe eines ausgezeichneten, von ihm selbst konstruierten synchronisierten Stroboskops gewonnen hat, haben das bestätigt.

Der neurologische Mechanismus der Fixierung der Stimmhöhe

Da die Frequenz der Stimmritzenöffnungen durch die Frequenz der Rekurrenzsalven erzwungen wird, so hängt die Stimmhöhe in jedem Augenblick von der Aktivität des N. recurrens ab. Woher kommen die Rekurrenzsalven? Nach Bremer besitzt jede Zellgruppe, die ein «Zentrum» bildet, im Prinzip eine *rhythmische*, nervöse Aktivität, deren Maximalfrequenz von ihrer Erregbarkeit abhängt. In der Genese der Stimme scheinen sich die «phonogenen» Zellgruppen auf verschiedene Niveaus des Gehirns vom Bulbus bis zum Cortex zu erstrecken. Sicher ist

1. daß beim Singen und jedesmal, wenn sich die Person psycho-auditiv die gewünschte Höhe vorstellt, die *Hörinde* die rhythmische Rekurrenzaktivität integriert,

2. daß bei normalem Sprechen und jedesmal, wenn die Person ihre Aufmerksamkeit nicht auf die Tonhöhe richtet, die Integration des auditiven Cortex *aufhört* und die Stimmhöhe bei jeder Periode zu fluktuieren anfängt (Schwinden der kortikalen Kontrolle im *Jacksonschen* Sinne).

Zahlreiche klinische Befunde scheinen zu zeigen, daß während des Singens das Ursprungsniveau der stimmerzeugenden Impulse kortikal sein dürfte und thalamo-striär beim Sprechen.

Im letzteren Falle würde der Einfluß des Zwischenhirns erklären, warum die gesprochene Intonation so unmittelbar an den augenblicklichen Affektzustand der Person gebunden ist^{13, 15}.

Register und Wechsel des Registers

Wenn die motorischen Impulse in allen Axonen, die die Stimmbänder innervieren, «in Phase sind», ist das Register *einphasig*, und man spricht mit sogenannter *Bruststimme*. Ihre höchste Frequenz ist beim Mann wie bei der Frau gleich und hängt nicht von der Erregbarkeit des N. recurrens ab: Sie wird erreicht, wenn zwei aufeinanderfolgende Impulse durch die Dauer einer *praktischen Refraktärperiode* des Nerven (in der Größenordnung 2,5 Millisek. für den Baß und 1,75 Millisek. für den Tenor) getrennt sind. Um höher zu singen, muß die Rekurrensleistung notwendigerweise *zweiphasig* werden, d. h. daß die Axone, die zu den Stimmbändern ziehen, sich in zwei Gruppen teilen müssen, welche um eine Halbperiode phasenverschoben arbeiten. Die Frequenz, die erreicht

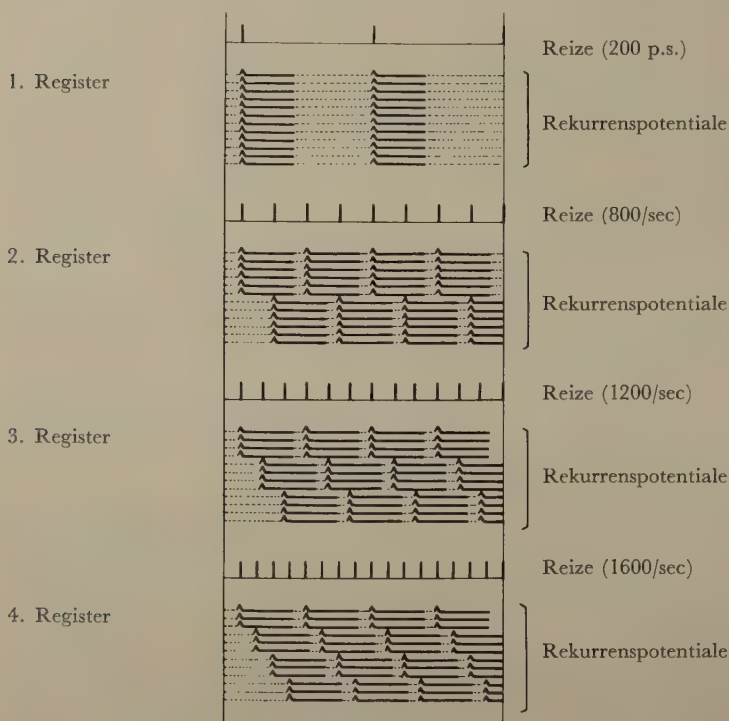


Fig. 7. Die Rekurrensaktivität bei Betätigung der vier bekannten Register der menschlichen Stimme. Jedes Rekurrensaktionspotential ist durch eine kleine dreieckige «Zacke» dargestellt. Es pflanzt sich von rechts nach links fort. Ihr folgt eine praktische Refraktärperiode, die ungefähr 0,002 sec dauert.

werden kann, ist also doppelt so groß wie die vorhergehende. Beim Mann hat man die sogenannte *Fistelstimme*, bei der Frau die sogenannte *Kopfstimme*. Die Teilung der Axone des N. recurrens in drei Gruppen ergibt das dritte (dreiphasige) Register mancher Frauen, und die Teilung in vier Gruppen ergibt das vierte Register (vierphasig) von Madame *Mado Robin*. Bei derselben Person sind die höchsten aufeinanderfolgenden Frequenzen der existierenden Register notwendigerweise ein Vielfaches der ersten Frequenz (Fig. 7)^{18, 19}. Die Mehrphasigkeit des N. recurrens wurde *in vitro* experimentell beim Hund im Jahre 1954⁵ von *Corabœuf* (Fig. 8) nachgewiesen. Übrigens scheint dies eine allgemeine Eigenschaft aller Nerven zu sein. *Stevens und Davis* hatten dasselbe schon 1935 für den Hörnerv entdeckt⁴⁵.

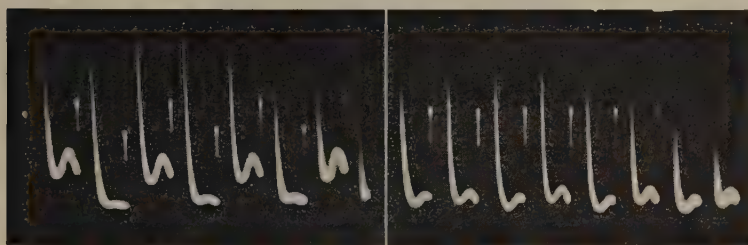


Fig. 8. Rekurrenzreizung beim Hund. Versuche von *Corabœuf* und Mitarb. (1954). Der N. recurrens vom Hund hat, bei Reizung mit hohen Frequenzen (von 700 bis 1000 Hz), zwei Reaktionstypen ergeben: Links: Auf zwei Reize eine Antwort; denn der folgende Reiz fällt in die Refraktärperiode. Rechts: Auf jeden Reiz erscheint eine Antwort, aber mit viel kleinerer Amplitude (ungefähr halb so groß), die anzeigt, daß jedesmal nur die Hälfte der Rekurrenzfasern reagiert.

Die Deckung der offenen Töne oder die «Passage» der Sänger

Ein Sänger, der eine Tonleiter auf einem «offenen» Vokal singt, muß von einer bestimmten Frequenz an, der sogenannten «Passagefrequenz», den Ton in den beiden ersten Registern «decken». Das ist der Fall, wenn jeder Rekurrenzimpuls in das Ende der relativen Refraktärperiode derjenigen Muskelfaser hineinstößt, die er innerviert (Fig. 9)^{17, 18}.

So erreicht man Frequenzen zwischen 280 (Baß) und 360 (Tenor) und im zweiten Register zwischen 560 (Alt) und 720 (Sopran). Dieses Phänomen bei der Frau muß streng von dem «Registerwechsel» unterschieden werden, der sich im allgemeinen eine Oktave tiefer vollzieht, wenn die Person ihr erstes tiefes Re-

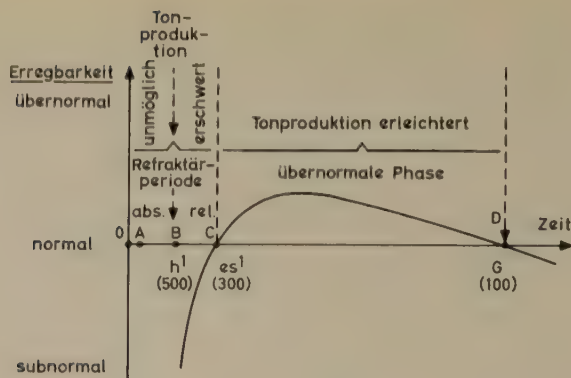


Fig. 9. Änderungen der Erregbarkeit (Nerv oder Muskel) nach jedem Aktionspotential. In der Zeit, die auf das Aktionspotential folgt, beobachtet man: a) eine Periode der absoluten Unerregbarkeit O A (die ungefähr 5 Chronaxien dauert), b) eine Periode der praktischen Unerregbarkeit O B (18–20 Chronaxien), c) eine Periode der relativen Unerregbarkeit B C (zusammen mit O C ungefähr 32 Chronaxien), d) eine Periode der leichten Übererregbarkeit C D (zusammen mit O D ungefähr 120 Chronaxien). Wenn das folgende Aktionspotential in die Nähe des Punktes C, zwischen B und C, fällt, wird die Emission schwieriger, denn es muß ein leichtes Erregbarkeitsdefizit überwunden werden. Die «Tondeckung» gleicht dieses Defizit durch einen Zug, der auf das Stimmband wirkt, aus.

gister benutzt: diese beiden stimmlichen Modifikationen sind keineswegs gleichartig.

Manchmal spricht man auch von einer «gemischten Stimme». Sie bildet kein besonderes Register, sondern ist einfach eine stark «gedeckte» Stimme, die «piano» oder «mezzoforte» und ein wenig «abgedunkelt» hervorgebracht wird. Der Mann benutzt sie im einphasigen, die Frau im zweiphasigen Register, und sie fangen eine Terz oder eine Quart *vor* der höchsten «Deckungs»-Note an zu decken.

Tonale Einteilung der Stimme. Die Gefüge

Das Stimmgefüge einer Person ist das Gesamt der Noten, die ohne besondere Anstrengung hervorgebracht werden können. Bei einem Sänger mit sehr gepflegter und einwandfrei hervorgebrachter Stimme neigt das Gefüge dazu, den gesamten Stimmbereich einzunehmen, und zuweilen decken sich Gefüge und Gesamtstimmbereich tatsächlich. Wir unterlegen ihm daher diesen letzten Sinn.

Da die Frequenz der Stimme durch die Frequenz der Rekurrenzimpulse gesteuert wird, folgt, daß schon a priori das

Gefüge ausschließlich von der Erregbarkeit des N. recurrens abhängt^{16, 34}. Diese Erregbarkeit ist bei verschiedenen Personen unterschiedlich. Wenn man sie mit Hilfe der *Chronaxie* mißt (in 0,001 sec), so hat *Husson* für den ultra-hohen Sopran 0,055 und 0,160 für den Contra-Alt ermittelt, 0,065 für den über-hohen Tenor und 0,170 für den tiefen Baß. Man stieß auf alle Zwischenwerte, und manche Werte stellen «intermediäre» Stimmen zwischen den klassischen Typen dar, die von der traditionellen Musikkomposition verwandt werden. *Chenay*³⁴ hat 1953 gezeigt, daß die Rekurrenserregbarkeit immer der leicht meßbaren Erregbarkeit des gleichseitigen M. sterneo-cleidomastoideus glich (Fig. 10). Das erlaubt eine sehr



Fig. 10. Messung der Erregbarkeit des linken Sterneocleidomastoideus. Die Kathode muß am motorischen Punkt des Muskels angesetzt werden. Die betreffende Person hält die Anode in der Hand (nicht sichtbar). Ausführender: Dr. Christian Chenay. Versuchsperson: Helene Bouvier von der Pariser Oper.

genaue chronaximetrische Bestimmung der gefügemäßigen Einordnung einer jeden Person. Es folgt eine Tabelle, die aufzeigt, wie sich die Stimmen in bezug auf die Chronaxiewerte zueinander verhalten.

Man muß bemerken, daß die Rekurrenserregbarkeit nur die *tonale* oder *gefügemäßige* Klassifizierung festlegt und daß sie in keinem Zusammenhang steht mit der Intensität und dem *Timbre* der Stimme, die von völlig anderen physiologischen Faktoren abhängen. (Daher kommt es, daß ein hoher Bariton mit einer Chronaxie von 0,095 eine «dünne» und «leichte» Stimme, aber auch ein sehr großes «Volumen» und eine sehr große «Stärke» haben

Tabelle der Korrespondenz zwischen der Chronaxie des N. recurrens und der stimmlichen Klassifizierung der Person

Männliche Stimme	Chronaxiewerte in Millisek.	Weibliche Stimme
	0,055	ultra-hoher Sopran
	0,060	ultra-hoher Sopran
sehr hoher Tenor	0,065	sehr hoher Sopran
hoher Tenor	0,070	hoher Sopran
Tenor	0,075	Sopran
tiefer Tenor	0,080	tiefer Sopran
intermediäre Stimme	0,085	intermediäre Stimme
intermediäre Stimme	0,090	hoher Mezzosopran
hoher Bariton	0,095	Mezzosopran
Bariton	0,100	tiefer Mezzosopran
tiefer Bariton	0,105	intermediäre Stimme
intermediäre Stimme	0,110	hoher Mezzo-Contra-Alt
intermediäre Stimme	0,115	Mezzo-Contra-Alt
hoher singender Baß	0,120	tiefer Mezzo-Contra-Alt
tiefer singender Baß	0,130	intermediäre Stimme
Baß	0,140	intermediäre Stimme
Baß	0,150	Contra-Alt
tiefer Baß	0,160	Contra-Alt
tiefer Baß	0,170	Contra-Alt

kann wie *Ernest Blanc*, der im Augenblick der stärkste Bariton der Pariser Oper ist.)

Bei Kindern scheint sich die Rekurrenserregbarkeit im Alter von 4 oder 5 Jahren zu fixieren, und man stellt je nach den Kindern denselben Wertfächer wie bei Erwachsenen fest. Der Stimmwechsel, wenn er sich normal vollzieht, gibt dem Erwachsenen dieselbe Rekurrenschronaxie zurück, die er vorher hatte. Sie wird weder durch stimmliche Arbeit noch durch das Alter verändert. Nur das Schilddrüsenhormon verringert sie leicht. Dagegen erhöht stimmliche Ermüdung vorübergehend die Chronaxie des N. recurrens, Stimmruhe stellt langsam den vorherigen Wert wieder her. Beträchtliche Abnahmen der Rekurrenschronaxie wurden nur bei ziemlich schweren Psychopathien beobachtet.

Warum singen ein Mann und eine Frau, die dieselbe Rekurrenschronaxie haben, mit einer Oktave Unterschied? Weil der Mann normalerweise sein einphasiges Register benutzt und die Frau das zweiphasige. Wie *J.-H. Amado*¹ gezeigt hat, sprechen die Stimmbänder des Mannes aus histologischen und hormonalen Gründen weniger gut als die der Frau auf zweiphasige Rekurrensreize an.

Andere Eigenschaften des Muskelgewebes der Stimmbänder

Man hat lange geglaubt, die Stimmbänder seien aus gewöhnlichem Muskelgewebe gebildet, und einige Physiologen billigen ihnen lediglich die Eigenschaften der Froschmuskeln zu, die man vor dreißig Jahren mit Vorliebe in den physiologischen Laboratorien verwendete. In Wirklichkeit hat das Stimmband höchst besondere Eigenheiten, in der Hauptsache die folgenden:

1. Das Muskel-Aktionspotential des Stimmbandes ist von *sehr kurzer Dauer*, fast so kurz wie das des geraden inneren Augenmuskels.

2. Seine isolierte Muskelfaser ist äußerst widerstandsfähig gegen Anoxie, wie *Corabœuf*⁶ gezeigt hat. Diese Eigenschaft besitzen nur der Herzmuskel und einige Brustmuskeln von Vögeln. Sie bedingt ihre Unermüdbarkeit und erfordert einen besonderen Stoffwechsel.

3. Das Stimmband reagiert auf die wichtigsten Hormone mit besonders niedrigen Schwellen. Es ist ein «target-organ» oder besser ein «endokriner Effektor», wie *Soulairac*⁴⁴ und andere Autoren gezeigt haben.

Die Bedingung des initialen Kehlkopftons. Der Tonus des Stimmbandschlusses

Das Timbre der Stimme, d. h. ihr «Reichtum an Teiltönen», hängt in erster Linie von der initialen Kehlkopfklangerzeugung ab. Letztere wurde zum ersten Male von *G. Beckmann* aus Kiel 1956 aufgenommen und analysiert³. Je kürzer die Öffnungsphase der Glottis ist, desto reicher ist die Stimme an hohen Obertönen, das bedeutet aber, daß der zum Schluß führende Tonus der Stimmbänder erhöht ist¹³.

Die Bedingung der Stimmstärke

Augenscheinlich hängt die Intensität der Stimme von dem Teil der Schwingungsenergie ab, die von dem pharyngo-bukko-nasalen Raum in Abhängigkeit von seiner Ausgestaltung absorbiert wird. Wenn wir diese als gewählt und unveränderlich annehmen, so hängt die Stimmintensität nur noch von dem subglottischen Druck ab. Wenn sich der subglottische Druck verändert (von 10–100 cm Wassersäule), so bleibt 1. die Höhe des Kehlkopftones unverändert, 2. die Intensität der Stimme dagegen ändert sich im gleichen Sinne, aber sehr viel rascher (Fig. 11). Das haben *Piquet* und seine Mit-

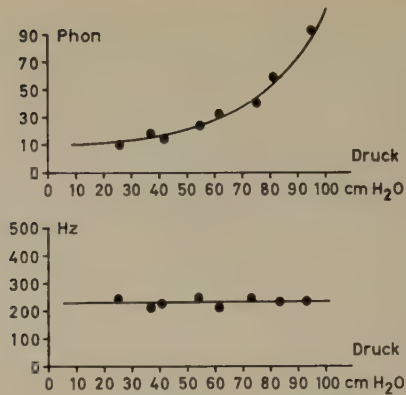


Fig. 11. Graphische Darstellung der von *Piquet* und Mitarb. erhaltenen Ergebnisse subglottischer Druckvariationen. Unten: Die Stimmhöhe hat sich nicht geändert. Oben: Die Intensität der Stimme wächst schneller als der subglottische Druck.

arbeiter im dritten Abschnitt ihrer Versuche, die wir schon oben anführten³⁸, herausgefunden.

Die Bedingung des subglottischen Drucks

Der Maximalwert, den der subglottische Druck bei einer Person erreichen kann, hängt ab

1. von der anatomischen Entwicklung und dem Tonus des Kehlkopfsphinkters,
2. von der verfügbaren Luftmenge,
3. von der Größe der Expirationen, die von der Person durchgeführt werden können.

Sie ist manchmal begrenzt:

- a) durch die Ermüdungsresistenz des rechten Herzens, wie Frau *Di Giorgio*⁸ gezeigt hat,
- b) durch den abdominalen Druck, was *Theoris van Borre* und später *Habermann*¹⁰ klargestellt haben,
- c) nach den Beobachtungen von *J.-H. Amado*¹: durch eine Unzulänglichkeit der Nebennierenfunktion.

Der in jedem Augenblick aufzubringende subglottische Druck regelt die Ausatmungsleistungen und die vorhergehenden Einatmungen. Diese Einstellung ist eine Anpassung zum Zwecke einer Leistung, die durch Schulung semi-automatisch werden kann. Der

Gesang setzt also nicht einen «respiratorischen Spezialtyp» voraus, sondern eine dauernde Vorausberechnung von durchzuführenden Atemleistungen, die je nach den Bedürfnissen des Sängers in jedem Augenblick veränderlich sind. Dieser Voraussicht folgt ihre halb-automatisch oder willensmäßig angepaßte Durchführung, wie es *Panconcelli-Calzia*^{37a} im Jahre 1956 gezeigt hat.

Wechselseitige Bindungen zwischen Höhe, Intensität und Klang der Stimme

Die Höhe der Stimme ist völlig unabhängig von ihrer Intensität und ihrem Timbre, denn diese Höhe hängt nur von der Frequenz der Rekurrenzimpulse ab, ist also ein rein neurologischer Akt. Hingegen sind die *Intensität* und das *glottische Timbre* eng aneinander gebunden, da beide von den gleichen Faktoren abhängen: dem subglottischen Druck und dem Tonus des Glottis-Sphinkters. Die Ausbreitung in dem pharyngo-bukkalen Rohr ändert dann sekundär das anfängliche glottische Timbre und die anfängliche Intensität, wie wir später sehen werden, aber sie würde in keinem Falle die ausgesandte Frequenz ändern können.

Rückwirkungen der Interoceptivität auf die Stimmbildung

Der Tonus des Glottis-Sphinkters ist zwei großen Afferenztypen gegenüber äußerst empfindlich:

1. den *Hemmungsafferenzen*, die durch Kenesthopathien, Emotionen und depressive Affektzustände hervorgerufen und von den Sängern so gefürchtet werden,

2. den *aktivierenden* (oder *dynamogenetischen*) Afferenzen gegenüber, die durch kinästhetische, Trigeminus-Impulse, auditive Impulse, durch Emotionen und stimulierende affektive Zustände, durch Hebung des Wachniveaus und des allgemeinen Aktivitätsniveaus hervorgerufen werden. Die ersten setzen die «Schärfe» und die Intensität der Stimme herab, die zweiten haben die entgegengesetzte Wirkung. Diese Wirkungen leiten sich aus der besonderen Lage der motorischen Rekurrenzkerne ab:

Sie liegen mitten in der Substantia reticularis, halbwegs zwischen der Vaguskernmasse und den Trigeminus-Akustikus-Kernen⁴. Zur Erklärung dieser Wirkungen, die erst seit wenigen Jahren bekannt sind, muß man an das Eingreifen diffuser Systeme, des sogenannten Hemmers von *Dempsey-Morison* und des sogenannten Aktivators von *Moruzzi-Magoun* denken. Ihre Untersuchung bildet ein völlig neues Kapitel der Stimmphysiologie.

II. Die stimmbildende Funktion des transglottischen Raumes

Weder Helmholtz noch Hermann

Die akustische Funktion der Rachen-Mund-Nasenhöhle bei der Stimmbildung war bis heute zwar niemals Gegenstand einer experimentellen Studie, aber Gegenstand zweier «Theorien», die beide ungefähr hundert Jahre alt sind: die von *Helmholtz* (1857) besagt, daß die transglottischen Räume jeden Teilton des Stimmklangs, der ihrem Eigentone am nächsten liegt, verstärken. Die Theorie von *Hermann* (1868) versichert, daß der Kehlkopf periodische Energiestöße liefert, die «in tempore» die Massen transglottischer Luft anstoßen, die nun mit ihren Eigenfrequenzen («Formanten» genannt) schwingen.

Die Benutzung eines Frequenzanalysators, dessen Filter sich in drei Sekunden nacheinander auf alle Frequenzen einstellt (von 0–15000 z.B.), hat gezeigt, daß jeder gehaltene Vokal *niemals* nichtharmonische Teiltöne (Formanten) des Grundklangs enthält, was die Hypothese von *Hermann* völlig zerstört. Die *Helmholtzsche* These ist selbst sehr ungenügend, weil sie einerseits zu allgemein ist und andererseits den Phänomenen der Schallausbreitung im Innern des Ansatzrohrs keine Rechnung trägt. Es ist keine Beleidigung des großen Genies, wie *Helmholtz* es war, wenn man sagt, daß die Akustik seit einem Jahrhundert Fortschritte gemacht hat.

Die Ausbreitung in den Schalltrichtern. Die Analyse von Rocard (1935)

Bei der Stimmbildung ist das pharyngo-bukkale Rohr in der Tat nur ein *Schalltrichter*, im streng akustischen Sinn des Wortes. An seiner kleinen Ausmündung befindet sich ein «Angriffsmechanismus», der Larynx, der ihm eine «Lieferung von Drucken» (im allgemeinen periodisch) aufzwingt. An seinem bukkolabialen Ausgang greift der Schalltrichter selbst an einem Medium geringer Impedanz, der äußeren, Luft an. Diese Gegebenheiten bilden ein typisches Problem der *Ausbreitung in Schalltrichtern*.

Die Ausbreitung in den Schalltrichtern, die früher von Lord *Rayleigh* und von *Webster* erörtert wurde, ist seit 1935 eingehend von *Rocard*^{40, 41} untersucht worden, der für einen Schalltrichter *beliebigen Profils* und für Wellen mit *beliebiger Amplitude* eine allgemeine Gleichung aufgestellt und die Grundeigenschaften bekanntgemacht hat. Die Probleme, die von diesem Zeitpunkt an durch die Rund-

funklautsprecher aufgeworfen wurden, haben ihn veranlaßt, diese Untersuchung zu betreiben.

Die Schalltrichtertheorie von *Rocard* wurde von *Husson* von 1957 an^{21, 27, 28, 32} auf die stimbildende Funktion des Rachen-Mund-Schalltrichters angewendet. Sie stellte eine große Anzahl neuer stimbildender Besonderheiten des transglottischen Raumes heraus, hauptsächlich folgende:

- a) die Existenz einer *Beschneidungsfrequenz* für den Schalltrichter,
- b) die Existenz eines *vokalen* und eines *extra-vokalen* Timbres in jedem Vokal,
- c) die *Bildung von Obertönen* bei ausreichenden Intensitäten,
- d) die Existenz einer auf den *Kehlkopf* zurückwirkenden *Impedanz*, die beträchtlich sein kann.

Wir werden die Eigenheiten kurz beschreiben.

Die Beschneidungsfrequenz des Rachen-Mund-Schalltrichters und ihre hauptsächlichsten Konsequenzen

Die Beschneidungsfrequenz des Rachen-Mund-Schalltrichters bewegt sich im Mittel zwischen 2300 und 2500 Hz²¹. Sie ist ein wenig tiefer für die großen Schalltrichter und ein wenig höher für die kürzeren, gleichermaßen ein wenig tiefer für die geschlossenen wie für die offenen Vokale (Variationen von maximal 100 Hz). Sie liegt also ungefähr in der *Mitte* der primären Glottis-Teiltonzusammensetzung starker Stimmen. Die Obertöne, die unterhalb der Beschneidungsfrequenz liegen, stoßen die Luft des Schalltrichters «en bloc» an, ohne bemerkenswerte Phasendifferenz beim Ein- und Ausgang, ohne Schallausbreitung im Innern; sie werden schlecht herausgebracht. Die Obertöne, die oberhalb der Beschneidungsfrequenz liegen, breiten sich im Innern des Schalltrichters aus. Sie strahlen besser nach außen ab. Man kann sagen, daß der Schalltrichter die höheren Töne «fördert».

Die Obertöne, die unterhalb der Beschneidungsfrequenz liegen, können den erweiterten Teilen des Schalltrichters «Resonanzen» anhängen (im Sinne von *Helmholtz*). Für die Obertöne, die oberhalb der Beschneidungsfrequenz liegen, würde dieses Phänomen nicht mehr in Erscheinung treten, weil eine *Schallfortpflanzung in dem Schalltrichter stattfindet*. Die möglichen Resonanzen hätten einen ganz anderen Ursprung, und der Versuch zeigt, daß sie nicht vorkommen.

Daraus folgt, daß der Rachen-Mund-Schalltrichter nur auf die Obertöne, die unterhalb der Beschneidungsfrequenz liegen, eine *Amplitudendistorsion* ausübt, wohingegen er praktisch keine Wirkung dieser Art bei den Obertönen, die oberhalb dieser Frequenz liegen, hervorruft.

Vokalisches und extra-vokalisches Timbre

Aus dem Vorhergegangenen folgt, daß die Differenzierung der Vokale, die augenscheinlich von den verschiedenen Konfigurationen, die der Schalltrichter annehmen kann, herrührt, durch die «Gipfel» oder «Zacken» gegeben ist, die unterhalb der Beschneidungsfrequenz der Vokalspektren liegen (Fig. 12a), im allgemeinen zwei (selten drei oder vier). Diese «Zacken» sind die einzigen *wirklichen* vokalischen Formanten, und sie ändern sich selbstverständlich mit den Vokalen.

Die «Zacken», die über der Beschneidungsfrequenz liegen, wenn es solche überhaupt gibt, sind keine echten vokalischen Formanten mehr, da sie nicht mehr von der distorsiven Wirkung des Schalltrichters herrühren. Sie entstehen einfach aus Obertönen,

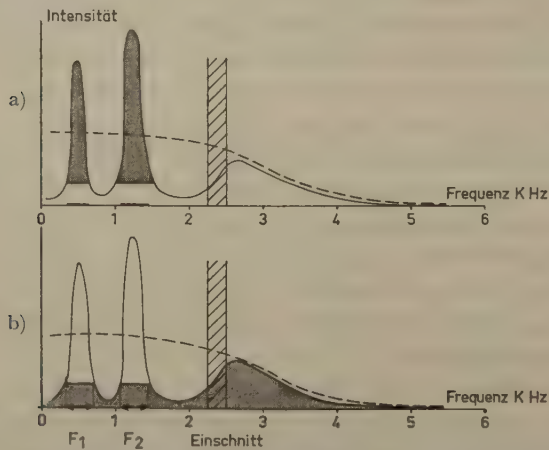


Fig. 12a, 12b. Vergleich zwischen vokalischem und extra-vokalischem Timbre. Gestrichelte Linie: Umgrenzungslinie der Intensität des primären Kehlkopftones (sehr schematisch). Durchgezogene Linie: Distorsive Wirkung des Ansatzrohres bedeutend für die Obertöne, die unterhalb der Beschneidungsfrequenz liegen, fast Null für diejenigen, die oberhalb dieser Frequenz liegen. Die dargestellten Formantzonen F_1 und F_2 sind, grob gesehen, die des Vokals A. Der schraffierte Teil der Darstellung zeigt: a) das vokalische Timbre, b) das extra-vokalische Timbre.

die schon im primären glottischen Stimmklang intensiv sind. Darum zeigt das Experiment:

1. daß sie praktisch nicht variieren, wenn der Vokal sich ändert,
2. daß sie mit wachsendem Tonus des Sphinkters an Intensität zunehmen.

Diese «Zacken» verändern das vokalische Timbre in gar keiner Form, aber sie geben der Stimme ihren *Glanz* oder ihre *Schärfe*.

Wenn man die vokalischen «Formanten» durch Filterung «abkämmt» (Fig. 12b), so bleibt eine Sonorität übrig, der

1. jede Vokalität fehlt, die
2. noch die ganze «Brillanz» der Stimme enthält, die
3. praktisch nicht mehr mit dem hervorgebrachten Vokal variiert, die sich
4. aber bei jeder Person ändert.

Wir haben sie deswegen «extra-vokalisches individuelles Grundtimbre» genannt. Dieser Name charakterisiert die anfängliche glottische Klangerzeugung ziemlich gut²¹.

Frequenzdistorsionen bei hohen Intensitäten

Wenn der Kehlkopftön intensiv genug ist, kann man nicht mehr von Wellen mit «unendlich kleinen Amplituden» sprechen, sondern nur von Wellen mit «endlicher Amplitude». Die Ausbreitung in dem Schalltrichter ist dann von einer *Frequenzdistorsion* begleitet, d. h. daß jeder intensive Kehlkopfteilton hohe Obertöne auf Kosten seiner eigenen Intensität erzeugt. Dieses Hervorbringen von hohen Obertönen tritt für die vokalen Laute von ungefähr 75–80 Dezibel in Erscheinung und wächst rasch mit der Intensität. Ist diese Erzeugung für den Grundton und die tiefen Obertöne auch schwach, so steigert sie sich schnell für die Obertöne, die im Bereich der Beschneidungsfrequenz liegen, darüber hinaus wird sie sogar beträchtlich²⁷.

Die auf den Kehlkopf während der Stimmbildung rückwirkende Impedanz

Jeder Schalltrichter läßt auf seinen «Angriffsmechanismus» die Gesamtheit der Impedanzen, die er der Ausbreitung entgegenstellt⁴¹, zurückwirken, und der pharyngo-bukkale Schalltrichter macht keine Ausnahme. Diese *rückwirkende* Impedanz ist schwach für die Obertöne, die unterhalb der Beschneidungsfrequenz liegen, viel stärker für die Obertöne, die durch den Schalltrichter verstärkt

werden (Vokalformanten), außergewöhnlich hoch für die Obertöne, die oberhalb der Beschneidungsfrequenz liegen. Sie wächst schnell mit der Intensität und variiert natürlich mit der Konfiguration des Schalltrichters, d. h. mit dem hervorgebrachten Vokal, und sie erreicht ihr Maximum bei dem «geschlossensten» Vokal u.

Diese *rückwirkende* Impedanz modifiziert das Schwingungsverhalten des Sphinkters beachtlich. Sie bestimmt:

- a) den Zuwachs der Stimmbanddicke,
- b) die Zunahme der Phasendauer der Stimmritzenöffnung bei jeder Periode,
- c) den Zuwachs der Schwingungsamplitude,
- d) eine leichte Verminderung des Prozentsatzes der hohen Obertöne des primären Kehlkopfklangs²⁷.

Die aus den neuesten Arbeiten resultierende Vokalitätsstruktur

Betrachten wir nacheinander:

- 1. wie die Vokalität sich aus den Frequenzen und aus den gewöhnlichen Intensitäten aufbaut,
- 2. wie sie sich mit der Frequenz entwickelt,
- 3. wie sie sich mit der Intensität entwickelt.

Vokalitätsstruktur bei schwachen oder mittleren Frequenzen und Intensitäten. Grundlegende Konfigurationen des Rachen-Mund-Schalltrichters

Nehmen wir zuerst den Grundton unter 280 Hz und die globale Intensität unter 60 Dezibel an. Dann findet man, läßt man die nasalierten Vokale außer acht (sie werden später noch untersucht), die zehn Grundvokalitäten, die seit zwei Jahrhunderten bereits bekannt sind und von *Hellwag* schon 1781 in ein Dreieck graphisch eingeordnet wurden, dessen bemerkenswerte Eigenschaften *Stumpf* (1926) aufgezählt hat. Jeder Vokalitätstyp (oder Vokaltyp) ist akustisch durch *zwei* vokalische Formanten genau determiniert: einer ist durch den Rachen gegeben (und der ist nicht immer der tiefere), der andere durch den Mund. Oft tritt ein *dritter Formant* in Erscheinung, der, weniger intensiv, entweder durch den oberen Rachenraum oder durch die hintere Mundhöhle verstärkt wird, je nachdem die Zunge den Rachenraum oder den Mund in zwei Abschnitte teilt. Es ergeben sich also drei grundlegende Schalltrichterkonfigurationen zu zwei oder drei Höhlen.

Typ 1 (zwei Rachenhöhlen und Mund) ergibt das helle «A»,

Typ 2 (Rachen und Mund) ergibt je nach bucco-labialem Öffnungsgrad die Vokalitäten «A^o», offenes «O», geschlossenes «o» und «u»,

Typ 3 (Rachen und zwei Mundhöhlen) ergibt, wenn die Zunge zurückgezogen ist, die Vokalitäten offenes «Ö», geschlossenes «ö» und «ü», ist die Zunge vorgestreckt, die Vokalitäten offenes «Ä», geschlossenes «e» und «i». Der bucco-labiale Öffnungsgrad vollendet die Differenzierungen.

Änderungen der Vokalstruktur mit der Frequenz des Grundtones. Allgemeine Vokalpyramide

Betrachten wir nun die Entwicklung der 10 Grundvokalitäten von *Hellwag*, wenn der Kehlkopfgrundton höher als 280 Hz liegt und die obere Grenze der menschlichen Stimme 2300 Hz (Frau *Mado Robin*) erreicht, wobei er immer bei Intensitäten unterhalb 60 Dezibel bleibt. Die «Deckung des Tones» trifft man im ersten Register um 300 Hz an: Die «offenen» Vokale können nicht mehr hervorgebracht werden. Um 400–450 Hz geht man in das zweite Register über, und die vier «offenen» Vokale erscheinen wieder. Um 600 Hz zeigt sich die «Deckung des Tones» im zweiten Register, und die «offenen» Vokale verschwinden erneut. Darüber hinaus werden die Vokale «o» und «u» weniger deutlich sein, da ihr zu tiefer bukkaler Formant nicht mehr in ihrem Kehlkopfklang auftritt. Im Oberteil dieses Registers werden nur noch «i», «e», «ö» und «ü» deutlich hervorgebracht. Gegen 900–1000 Hz tritt das dritte Register (wenn es existiert) in Erscheinung, und die Vokale beschränken sich grosso modo nur noch auf «i» und «e». Über 1500 Hz, im vierten Register, kann nur noch der Vokal «i» als einziger hervorgebracht werden. Man sieht also, wenn man die Tonleiter hinaufgeht, daß sich das Vokaldreieck von *Hellwag* modifiziert, sich im Prinzip einengt und über der Grundfläche einen Körper bildet, den wir *allgemeine Vokalpyramide* genannt haben^{14, 26} (Fig. 13).

Variation der Vokalitätsstruktur mit der Intensität des Kehlkopftones

Untersuchen wir nun das Frequenzband 250 bis 300 für den Mann und 500 bis 600 für die Frau, steigern wir aber dabei die Intensität des hervorgebrachten Tones über 60 Dezibel: bemerkenswerte und neue Phänomene treten in Erscheinung. Erstens verlängerten sich die Glottisobertöne zur Höhe hin, indem sie für

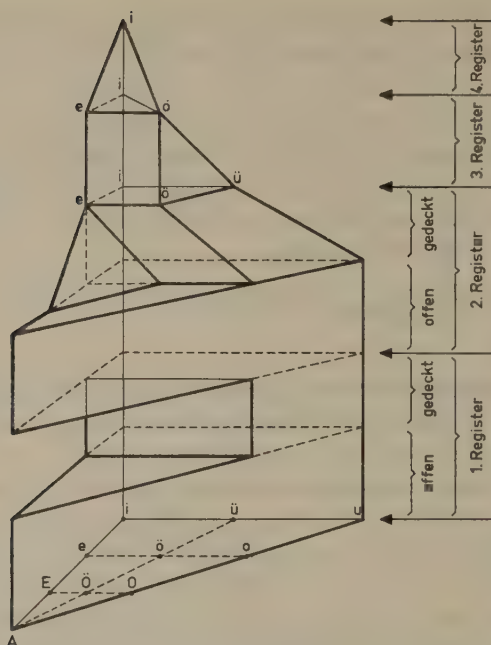


Fig. 13. Allgemeine Vokalpyramide der menschlichen Stimme (Husson, 1952). Unten das Vokaldreieck von Hellwag (1781). Jeder horizontale Sektor stellt, stark schematisiert, das dar, was vom Vokaldreieck bei den verschiedenen Emissionsfrequenzen noch übrig bleibt. – Nota: «Offene» Vokale werden durch große, «geschlossene» Vokale durch kleine Buchstaben bezeichnet. Das dritte und vierte Register ist, physiologisch gesehen, immer «gedeckt».

120 Dezibel progressiv ungefähr von 2000 auf 5500 Hz gehen (wir betrachten nur die Obertöne, die ungefähr ein Zwanzigstel der Intensität des Grundtones erreichen). Von dem Punkt an, von dem der Glottistone die Beschneidungsfrequenz übersteigt, gewinnt der Ton an *Glanz* (oder an *Schärfe*), ja sogar an *Härte*²¹. In dem Maße, in dem die Intensität wächst, steigert sich zweitens auch der *Glanz* des Vokals und verwischt schließlich die rein vokalische Farbe. Von 115 Dezibel an ist der *Glanz* des Vokals dermaßen groß, daß die vokalischen Timbres praktisch auf drei reduziert sind:

1. das *offene gellende* Timbre, gegen das die vier offenen Vokale «Ä», «A», «O» und «Ö» konvergieren,
2. das *geschlossene gellende* Timbre, gegen das die zwei vorne geschlossenen Vokale «e» und «i» konvergieren,
3. das *geschlossene dichte* Timbre, gegen das die vier hinten geschlossenen Vokale «ö», «ü», «o» und «u» konvergieren.

Drittens läßt die steigende Intensität die Erzeugung von Overtönen im Schalltrichter in Erscheinung treten, wie wir schon oben gesehen haben, und diese steigern noch den *Glanz* und selbst die *Härte* des Tones.

Diese Tatsachen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Oberhalb einer gewissen Intensität gewinnt das *extra-vokalische* Timbre schließlich die Oberhand über das *vokalische* und führt zu einer Art *Reduktion* (durch Verschmelzung) der 10 Grundvokalitäten zu nur drei neuen Vokalitäten. Wohl gemerkt, diese Tatsachen kann man nur beim Operngesang (*Chant Théâtral*) und bei sehr großen Intensitäten beobachten.

Die Rolle des nasalen Nebenschalltrichters. Akustische Genese der Nasalisierung

Für die Nasalisierung eines Vokals muß das Gaumensegel gesenkt werden. Wenn es sich *wenig* senkt, was aber nur bei den offenen Vokalen möglich ist, erhält man einen *wirklichen Nasal*. Wenn es so weit gesenkt wird, daß es an den Zungenrücken stößt, kommt ein Ton zustande, der demjenigen gleicht, der mit «geschlossenem Mund» hervorgebracht wird (das gleiche gilt für die 10 Vokale).

Das Helmholtzsche Dogma der «Resonanz» hat von 1857 bis 1957 glauben lassen, die «nasalen Resonanzen» überlagerten sich notwendigerweise den «pharyngo-bukkalen Resonanzen», wenn sich das Gaumensegel senkte. Man hat dauernd nach den «nasalierenden Formanten» gesucht, die für den Wechsel des Timbres verantwortlich sein sollten. Alle Experimentatoren haben geglaubt, durch Analyse irgendwelche zu finden, aber die Anzahl (von 1–18!) war immer verschieden, und es handelte sich niemals um die gleichen. Die Vokalsynthese zeitigte dagegen kein Ergebnis: Zu einem Spektrum offener Vokale kann man alles und jedes *hinzufügen*, ohne daß das Timbre nasal würde.

Allerdings muß man das Problem, wie folgt, noch einmal aufgreifen: durch Hinzukommen eines nasalen Nebenpavillons, der sich vom Hauptpavillon ableitet, tritt folgendes in Erscheinung:

1. eine retrovelare Selbstinduktion,
2. ein Rhino-Pharynx kleiner akustischer Kapazität,
3. weite und sehr zerklüftete Nasenmuscheln, die eine gemischte Rolle von *Kapazität* und *Selbstinduktion* spielen.
4. eine naso-narinäre Ausgangsmündung von großer *Impedanz*.

Das Ganze spielt die Rolle eines «frequenzbeschneidenden» Filters und schwächt die hohen Töne ab. Im Extremfall der geschlossenen nasalierten Töne oder der Töne, die mit «quasi geschlossenem Mund» erzeugt werden, erfolgt die Abschwächung der hohen Töne so, daß das nasale Filter praktisch nur noch tiefe Frequenzen durchläßt («passe-bas»). Der Frequenzbereich, auf dem der nasale Pavillon filtert, umfaßt etwa 1200–2000 Schwingungen pro Sekunde mit Schwankungen je nach den Vokalen und den Personen²². Man muß an dieser Stelle daran erinnern, daß *Barczinski und Thienhaus*² seit 1935 gleichartige Ergebnisse erhalten hatten, die allerdings allgemeines Mißtrauen erweckten, so sehr hatte sich der Mythos der «nasalen Formanten» in den Köpfen festgesetzt. Wenn man in umgekehrter Weise, wie wir es gemacht haben, das Band von 1200–2000 Hz in einem Spektrum nasaliert Vokale genügend verstärkt, so verschwindet die Nasalierung.

Das oben angezeigte Phänomen stellt nur das «gros» der Nasalierung dar. In Wirklichkeit knüpfen sich hieran noch zahlreiche untergeordnete Phänomene:

1. Die Abschwächung des bukkalen Formanten,
2. Die Verstärkung des Rachenformanten,
3. Die festere pharyngo-bukkale Koppelung,
4. Die beträchtliche Vergrößerung der auf den Kehlkopf wirkenden Impedanz,
5. Die Modifikation des glottischen Timbres als Folge der Impedanzrückwirkung,
6. Schließlich, unter Berücksichtigung der oft ziemlich verengerten retrovelaren Passage das Auftauchen zufälliger, sehr hoher (bis zu 10000 Hz), aber sehr wenig intensiver «Auslauttöne»²¹.

Die Wirkung der intra-pharyngo-bukkalen akustischen Phänomene auf die Kehlkopffunktion

Die akustischen Phänomene, die bei der Stimmbildung ihren Sitz im pharyngo-bukkalen Raum haben, wirken sehr stark auf die Tätigkeit des Kehlkopfes zurück. Sänger mit kräftigen Stimmen haben das jederzeit an sich selbst beobachtet. Ich hatte im Jahre 1932¹² mit *D. Weiß*⁴⁸ angenommen, daß es sich um ein Phänomen handelte, das mit dem von *Wien und Vogel* für die Zungenpfeifen angegebenen identisch sei, und *D. Weiß* sah hierin sogar den Ursprung der Registerwechsel und der «Deckungen des Tones». In

der Folge mußte ich erkennen, daß es sich um eine doppelte, völlig falsche Erklärung handelte.

Erstens übt der Schalltrichter auf den Kehlkopf eine Reaktion *akustischer* Art durch die *Impedanz* aus, die er auf diesen einwirken läßt. Wir haben das oben schon aufgezeigt. Die Impedanz modifiziert schon zutiefst die Arbeitsweise des Glottis-Sphinkters.

Zweitens reizen die Schalldrucke, die sich im Innern des Schalltrichters entwickeln, die sensiblen Nervenendigungen, die in der Schleimhaut liegen, besonders in der Höhe des harten Gaumens (aktivierende palatale Platte), wo die interoceptiven Erregungen vom Trigeminus aufgenommen werden. Die afferenten Impulse steigen auf bis zu den sensorischen Kernen des Bulbus, beeinflussen die trigemino-auditive Substantia reticularis und gehen über den Rekurrens bis zum Glottis-Sphinkter zurück, *dessen Tonus sie steigern*. Daraus folgt immer eine merkbliche Zunahme der *Stimmschärfe*^{27, 32, 33}.

Die Wirkung, die besonders durch den nasalen Raum auf die Tätigkeit des Kehlkopfes ausgeübt wird

Wie wir oben schon gesehen haben, vermehrt das Senken des Gaumensegels in sehr großem Ausmaß die Impedanz, die auf den Kehlkopf zurückwirkt.

Eine zweite Reaktion, diesmal jedoch *neurologischen* Charakters, macht sich bemerkbar, wenn man das Gaumensegel bei Frequenzen, die über der «Deckung des Tones» in jedem der beiden ersten Register liegen, zum Sinken zwingt. Diese Senkung führt notwendigerweise zur Hemmung der motorischen Kerne der Heber des Gaumensegels, die im Bereich des Nucl. ambiguus liegen. Da diese an die motorischen Kerne der Mm. crico-thyreoidei angrenzen, kann die Hemmung auf sie übergreifen, die crico-thyreoidi können sich jetzt nicht mehr kontrahieren, und die «Deckung des Tones» wird verhindert. Die Stimmbänder erfahren keine zusätzliche Spannung mehr, die die Wirkung hatte, ihre Erregbarkeit zu steigern, und sie können jetzt nicht mehr auf die rascheren (höheren) Rekurrensreize antworten. Der unzeitig intervenierende Charakter jeder Nasalierung ist somit mehr als hinreichend an der gesungenen Stimme klargestellt^{27, 30, 33}.

Der Begriff des vokalen Körperschemas

Die interoceptiven Erregungen, die vom Niveau der Stimmorgane bei der Phonation ihren Ausgang nehmen, erreichen nicht

nur die bulbo-protuberantielle *Formatio reticularis*, sondern auch die Hirnrinde, wo sie in das Bewußtsein treten (d.h. wo sie wahrgenommen werden). Sie bilden hier ein vokales Körperschema, durch das der Sänger, wie *A. Soulairac* (1955)⁴³ gezeigt hat, 1. die Qualität seiner vokalen Emission *einschätzen* kann, 2. seine Emission entweder durch Reflexhandlungen oder durch halbautomatische Aktionen, denen ein Erlernen vorausgeht, oder durch willensmäßig adaptierte Zweckentsprechungen regulieren kann³⁰. Man begegnet dieser Gesamtheit sensitiv-motorischer Phänomene übrigens in der Ausübung aller «Praxien».

Der gesprochene Vokal, verglichen mit dem gesungenen

Alles, was bis jetzt gesagt wurde, bezieht sich auf die *gesungenen*, d.h. auf die ziemlich lange *angehaltenen* Vokale und betrifft den *ausgehaltenen* Teil der vokalen Emission (d. h. mit Ausnahme der Übergangsperioden am Anfang und am Ende der Emission). Der gesprochene Vokal ist ein völlig verschiedenes Phänomen: er dauert nur kurz und enthält gerade keinen *ausgehaltenen* Teil. Er setzt sich aus den zwei transitorischen Perioden am Anfang und am Ende zusammen, die direkt aneinandergesetzt werden. Zwischen dem gesungenen und dem gesprochenen Vokal gibt es grundlegende Unterschiede, die sich

1. auf die Funktion des Kehlkopfes und
2. auf die Funktion des pharyngo-bukkalen Schalltrichters beziehen.

Sehen wir uns diese Unterschiede an.

Bei der gesungenen Stimme haben die Rekurrenzimpulse eine *gleichbleibende* Frequenz, und die initialen phonogenen Zellen sind kortikale Zellen. Darüber hinaus wird ihre rhythmische Aktivität durch die der *Hörrinde integriert*, die die Frequenz stabilisiert. Beim Sprechen scheint der Ursprung der Impulse unterhalb der Rinde zu liegen, und die Integration des auditiven Cortex findet nicht mehr statt. Von jetzt an fluktuiert die Frequenz der Impulse augenblicklich bei jeder Periode. Die gesprochene Stimme hat keine in jedem Augenblick genau definierte, sondern nur eine annähernde (oder mittlere) Höhe.

Bei der Tätigkeit des Schalltrichters sind die Unterschiede noch größer. Beim Singen behält das Ansatzrohr während des ganzen ausgehaltenen Teils des Vokals eine *unbewegliche* Konfiguration.

Beim Sprechen zeigt der Raum vom Anfang bis zum Ende des Vokals eine *beständig wechselnde* Konfiguration. Genauer gesagt, öffnet sich der Schalltrichter bei der Emission eines gesprochenen Vokals während der zwei ersten Drittel der Emission (in grober Annäherung) und schließt sich während des letzten Drittels wieder. Die akustischen Eigenschaften des Schalltrichters variieren also in umgekehrtem Sinne während dieser beiden Perioden. Die Analyse der komplexen akustischen Phänomene, die daraus folgen^{27, 28}, zeigt besonders, daß

1. die Formanten in einem gesprochenen Vokal immer *viel höher* sind als in dem entsprechend gesungenen Vokal (für den bukkalen Formanten des «i» kann die Differenz 800 Hz betragen); darüber hinaus variieren sie vom Anfang bis zum Ende der Emission,

2. daß die auf den Kehlkopf zurückwirkende Impedanz in einem gesprochenen Vokal von unendlich (am Anfang) bis zu einem sehr geringen Wert variiert und dann erneut auf einen unendlichen Wert (am Ende) steigt. Dadurch ermüdet Sprechen den Kehlkopf viel mehr als Singen.

Aus der Gesamtheit dieser Tatsachen folgt, daß ein gesprochener Vokal *niemals ein akustisch definiertes Phänomen* ist (und die Schnelligkeit der Sprechweise führt hier noch einen weiteren sehr großen variablen Faktor ein). Es scheint also, daß alle Analysen der Formanten, die man an der gesprochenen Stimme vorgenommen hat, *ungenau* sind und daß sie überhaupt keinen repräsentativen Charakter hinsichtlich der Vokalität besitzen.

Schluß

Es ist augenscheinlich, daß man in der Wissenschaft die *Dogmenbildung* vermeiden muß, d. h. die Aufstellung von Prinzipien oder Theorien, die man für so überzeugend hält, daß man nicht mehr daran denkt, ihre Wohlbegründetheit zu beweisen. Im Gegenteil, alle Prinzipien, und selbst die sogenannten Grundlagen, müssen von Zeit zu Zeit überprüft werden, besonders im Hinblick auf die Fortschritte, die in den Nachbarwissenschaften gemacht werden. Die Physiologie und die phonetische Akustik haben uns hierin besonders typische Beispiele geliefert; aber alle Wissenschaften bieten praktisch das gleiche Bild.

In der Physiologie wie auch in der phonetischen Akustik stellt das Aufgeben alter, als falsch erkannter Ideen, das wir als Ver-

pflichtung empfinden, nicht nur einen Fortschritt unserer augenblicklichen Kenntnisse dar, sondern es läßt vor allem die Probleme, die sich stellen, in einem neuen Licht erscheinen. Während sich seit mindestens fünfzig Jahren die Phonetiker am Ende einer «Sackgasse» um dieselben alten Probleme im Kreise drehen, sieht man jetzt erst, wie die phonetische Forschung (die physiologische und akustische) ganz neue, vielfältige und fruchtbare Wege beschreitet. Wie Frau *Mercedes de Chaves* und später *Panconcelli-Calzia* sagten, ist die Renaissance der experimentellen Phonetik, «*novo sensu*», angebrochen. Ich glaube es wirklich.

Ich möchte diesen kurzen, sehr unvollständigen Bericht nicht beenden, ohne meinen zahlreichen und treuen Mitarbeitern, die mir seit acht Jahren geholfen haben, meinen tiefsten Dank auszudrücken. Alles, was im Grunde geleistet wurde, war die Arbeit einer Gruppe. In ihrer aller Namen habe ich die Feder ergriffen. Außer ihrer Hilfe haben sie etwas noch viel Wertvolleres beigesteuert: Begeisterung, Vertrauen und moralische Unterstützung.

Meine letzten Zeilen sollen Professor *Kurt Goettler*, dem Direktor des Anatomischen Instituts in Freiburg, meine tiefste Bewunderung und Dankbarkeit ausdrücken, die ihm von allen Phonetikern der Welt für seine grundlegenden Arbeiten über die Anatomie des Kehlkopfes gezollt werden. Ohne seine bewundernswerten Entdeckungen, mit denen er die Laryngologie in der ganzen Welt bereichert hat, wäre die Erneuerung der physiologischen Phonetik ohne Zweifel unmöglich gewesen. Darüber hinaus breiten sich ihre Wirkungen in so wohltuender Weise auf die Embryologie, die Hirnphysiologie, auf die Anthropologie und auf viele andere Bereiche der Wissenschaft aus, so daß eine vollständige Bilanz erst viel später wird gezogen werden können. Ich beneide alle eifrigen Studenten, die ihn zum Lehrer haben und die täglich aus der Helle seines Geistes ihren Nutzen ziehen können.

Literaturverzeichnis

1. *Amado, J.-H.*: Tableau général des problèmes posés par l'action des hormones sur le développement du larynx, le classement d'une voix, la genèse des activités rythmogènes encéphaliques, et l'excitabilité du sphincter laryngien. *Ann. Oto-Laryng.* 70: 117-137 (1953).
2. *Barczinski, L.* und *Thienhaus, E.*: Klangspektren und Lautstärke deutscher Sprachlaute. *Arch. Neerl. Phonet. Exper.* XI: 47-68 (1935).
3. *Beckmann, G.*: Etude expérimentale de la fourniture glottique primaire et du rôle acoustique des ventricules de Morgagni. *Rev. Laryng.*, Bordeaux 78: 547-560 (1957).

4. *Benninghoff-Goertler*: Lehrbuch d. Anat. d. Menschen, Bd. III, pp. 190–192; 5. Aufl. (Urban und Schwarzenberg, München 1957).
5. *Corabœuf, E.; Saumont, R. et Gargouil, Y.-M.*: Etude comparée de l'activité électrique du récurrent du chien et de celle d'autres nerfs de mammifères. *Rev. Laryng., Bordeaux* 77: 445–454 (1956).
6. *Corabœuf, E.; Husson, R.; Gargouil, Y.-M. et Distel, R.*: Etude de la fibre musculaire unique du thyro-aryténoïdien interne du chien à l'aide d'électrodes intracellulaires. *Rev. Laryng., Bordeaux* 78: 561–568 (1957).
7. *Galli, L. A. et De Quiros, B.*: Quelques observations récentes sur la vibration des cordes vocales (Buenos-Aires 1957).
8. *Di Giorgio, A.-M. (M^{me})*: Leçon professée au Cours de Phoniatrie du Prof. Dr *Brunetti*, Torino, 10–15 septembre 1956.
9. *Goertler, K.*: Die Anordnung, Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskulatur im menschlichen Stimmband. *Z. Anat. Entw.Gesch.* Bd. 115: 352–401 (1950).
10. *Habermann, G.*: Der Bauchinnendruck in Abhängigkeit von der Zwerchfellbewegung. Messungen bei Laparoskopien im Vergleich mit einer pneumographischen Registrierung der Atmung. VI^e Congr. Assoc. Franç. Phonat. et Language, Paris, 16–19 octobre 1957.
11. *Heymann, O.*: Die Stroboskopie im Dienste der Laryngoskopie, *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 136: 64–116 (1933).
12. *Husson, R.*: Réaction du résonateur pharyngien sur la vibration des cordes vocales pendant la phonation. *C. R. Acad. Sci.* 196: 1535–1537 (1933).
13. *Husson, R.*: Etudes des phénomènes physiologiques et acoustiques fondamentaux de la voix chantée. Thèse Fac. Sci. Paris, 17 juin 1950. *Rev. Scientifique* 88: 67–112, 131–146, 217–235 (1950).
14. *Husson, R.*: Cours Libre sur la Phonation, Sorbonne, janvier/février 1952.
15. *Husson, R.*: Sur la physiologie vocale: quelques données nouvelles et fondamentales. *Ann. Oto-Laryng.* 69: 124–137 (1952).
16. *Husson, R.*: La mesure in situ de l'excitabilité récurrentielle, chez l'homme, et ses applications physiologiques et cliniques. *Bull. Acad. nat. Med.* 139: 25–32 (1955).
17. *Husson, R.*: Physiologie phonatoire du larynx. *Encyclopédie Med.-Chir.*, Vol. O.-R.-L., 20632 B 10 (nov. 1955).
18. *Husson, R.*: Données expérimentales concernant les deux premiers registres de la voix humaine. *J. Physiol.*, Paris 48: 573–575 (1956).
19. *Husson, R.*: Über einige neue Ergebnisse der Kehlkopfphysiologie und Pathologie. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 169: 176–182 (1956).
20. *Husson, R.*: Neurale Erzeugung der Register, der Registerübergänge und des Deckens beim Singen offener Vokale. *Arch. Ohr.-Nas.-KehlkHeilk.* 169: 525–533 (1956).
21. *Husson, R.*: Facteurs acoustiques des voyelles humaines (non-nasalisées) et fréquence de coupure du pavillon pharyngo-buccal. *C. R. Acad. Sci.* 244: 1261–1263 (1957).
22. *Husson, R.*: Facteurs acoustiques des voyelles humaines nasalisées et genèse physiologiques de ces facteurs. *C. R. Acad. Sci.* 244: 2551–2553 (1957).
23. *Husson, R.*: La vibrazione delle corde vocali senza corrente d'aria e le sue conseguenze laringologiche. *Minerva Otorino-Laring.* 7: N° 3 (1957).
24. *Husson, R.*: Analyse des forces qui s'exercent sur les cordes vocales de l'homme pendant leur vibration avec ou sans pression sous-glottique. *Rev. Laryng., Bordeaux* 78: 515–532 (1957).
25. *Husson, R.*: La vibration des cordes vocales de l'homme sans courant d'air et les rôles d'une pression sous-glottique éventuelle. *J. Physiol.* Paris 49: 217–220 (1957).
26. *Husson, R.*: Comment se forment les voyelles. *La Nature*, N° 3266: 249–257 (1957).
27. *Husson, R.*: La formation des voyelles du point de vue de la théorie de la propagation acoustique au sein des pavillons. VI^e Congr. Assoc. Franç. Phonat. et Langage, Paris, 16–19 octobre 1957.

28. *Husson, R.*: Etude de la propagation acoustique au sein du pavillon pharyngo-buccal et théorie complète de la formation des voyelles. Comm. Groupe des Acoust. de Langue Franç., Paris, 28 octobre 1957.
29. *Husson, R.*: La physiologie du chant à grande puissance. *La Nature*, N° 3271: 432-437 (1957).
30. *Husson, R.*: Le rôle des sensibilités internes dans le chant. *La Nature*, N° 3275: 90-97 (1958).
31. *Husson, R.*: Données théoriques et expérimentales nouvelles concernant la physiologie phonatoire du larynx humain. *J. Physiol.*, Paris 50: 325-328 (1958).
32. *Husson, R.*: Problèmes acoustiques et physiologiques posés par la formation des voyelles chantées. *J. Physiol.*, Paris 50: 328-331 (1958).
33. *Husson, R.*: Mécanismes neurologiques et acoustiques de réaction du pavillon pharyngo-buccal sur la vibration des cordes vocales. Comm. XV^e Réunion Groupe O.-R.-L. de la Haute-Italie, Torino, 8 décembre 1957.
34. *Husson, R. et Chenay, C.*: Excitabilités récurrentielles et étendues vocales masculines et féminines des voix adultes cultivées, semi-cultivées et incultes. *Rev. Laryng.*, Bordeaux 75: 260-294 (1954).
35. *Kirikae, I.*: Über den Bewegungsvorgang an den Stimmlippen und die Öffnungs- und Verschlusszeit der Stimmritze während der Phonation. *Japan. Z. Oto.-Rhino.-Laryng.* 49: 236-262 (1943).
36. *Krmpotic, J. (M^{me})*: Données anatomiques et histologiques relatives à la stimulation récurrentielle droite et gauche pendant la phonation, et données anatomiques sur la longueur des voies motrices bulbo-effectrices relatives à la phonation. *Rev. Laryng.*, Bordeaux 78: 533-546 (1957).
37. *Moulonguet, A.; Laget, P. et Husson, R.*: Enregistrement simultané sur l'homme et in situ des potentiels d'action récurrentiels et de la voix au cours d'opérations de laryngectomie totale. *Rev. Laryng.*, Bordeaux 75: 110-127 (1954). — Et *Bull. Acad. nat. Med.* 137: 475-481 (1953).
- 37a *Panconcelli-Calzia, G.*: Die Stimmatmung, das Alte, das Neue. *Nova Acta Leopold.*, Neue Folge, Bd. 18: N° 128, 1-74 (1956).
38. *Piquet, J. et Decroix, G.*: Etude expérimentale peropératoire du rôle de la pression sous-glottique sur la vibration des cordes vocales. *C. R. Acad. Sci.* 242: 1223-1224 (1956).
39. *Portmann, G.; Humbert, R.; Robin, J.-L.; Laget, P. et Husson, R.*: Etude électromyographique des cordes vocales chez l'homme. *C. R. Soc. Biol.* 149: 296-300 (1955). — Et *C. R. Soc. Biol.* 149: 1783-1787 (1955).
40. *Rocard, Y.*: Propagation et Absorption du Son (Hermann, Paris 1935).
41. *Rocard, Y.*: Dynamique générale des vibrations; 2^e édit. (Masson, Paris 1949).
42. *Seiter, G. (M^{me})*: Embryologie comparée des cordes vocales. *Rev. Laryng.*, Bordeaux 77: 408-419 (1956).
43. *Soulairac, A.*: Sensibilités internes et phonation. Centres, voies, mécanismes, rôles. *Rev. Laryng.*, Bordeaux 76: 666-674 (1955).
44. *Soulairac, A.*: Mécanismes des interventions hormonales dans la phonation. Comm. VI^e Congr. Assoc. Franç. Phonat. et Langage, Paris, 16-19 octobre 1957.
45. *Stevens and Davis: J.* acoust. Soc. Amer. 8: 1-16 (1936).
46. *Thooris van Borre, A.*: Le Chant Humain (A. Legrand, Paris 1927).
47. *Timcke, R.*: Nouvelles mesures de la durée de la phase d'ouverture de la glotte pendant la phonation chez l'homme et in vivo effectuées avec un stroboscope synchronisé. *Rev. Laryng.*, Bordeaux 78: 619-624 (1957).
48. *Weiß, D.*: Zur Frage der Registerbruchstellen. Die Wirkung vorgeschalteter Resonanzröhren auf die Stimme. *Z. Hals-Nas.-OhrenHeilk.* 30: 353-358 (1932).

Adresse des Auteurs: Prof. Dr. Raoul Husson, Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin, Paris V (France)

From Trinity College, Cambridge, England

Indo-Aryan

By W. S. ALLEN

The majority of contributions to the phonetics and phonology of the Indo-Aryan languages during 1955–1957 have appeared in three special volumes: –

A. *The Suniti Kumar Chatterji Jubilee Volume* (presented on the occasion of his sixty-fifth birthday) = *Indian Linguistics* 16, Nov. 1955.

B. *The Irach Jehangir Sorabji Taraporewala Memorial Volume* (completed on the occasion of the first anniversary of his death) = *Indian Linguistics* 17, June 1957.

C. *Studies in honour of Sir Ralph Turner* (Director of the School of Oriental and African Studies 1937–1957) = *BSOAS* 20, 1957. In the following summary the above-mentioned volumes will be referred to as A, B, and C respectively.

Further contributions may be expected from a volume of studies in honour of *Sir Ralph Turner* to be published by the Linguistic Society of India on the occasion of his seventieth birthday in Oct. 1958.

1. Old and Middle Indo-Aryan

In his monograph “Zwei Probleme der mittelindischen Lautlehre” *H. Berger*¹ has discussed the development of *ṛ* in Pali, and of *kṣ* in MIA generally. Hypotheses are established regarding the effect of phonetic environments to account for the variety of reflexes; but these seem for the most part more ingenious than con-

vincing. — Reviews by *Tedesco*, Lg. 32, 498; *Mayrhofer*, Indo-Iranian Journal 1, 100.

In B 16–23 *M. A. Mehendale*² argues unplausibly for a derivation of the form *ujjayati* in the Śatapatha Brāhmaṇa < **ud-ḡhej-*, in the sense of ‘to abandon’. The loss of aspiration is presumed to have arisen from ‘its mingling with *ujjayati* “wins, etc.”’!

In C 481–6 *C. H. Reynolds*³ discusses the introductory section of *S. Paranavitana*’s⁴ Sigiri Graffiti, ‘wherein he makes a large number of alterations to the previously held theories on the Sinhalese language which are principally to be found in the late Professor *W. Geiger*’s Grammar of the Sinhalese Language’. The topics discussed include ‘Umlaut’, the effect of accent upon vowel and consonant developments, and the origin of the ‘half-nasal’.

In B 228–39 *S. K. Chatterji*⁵ pleads for uniformity in the phonetic transcriptions of Indian languages, and in particular for more detailed renderings of ancient forms. Most linguists will find his observations naive, and revealing at times a confusion of phonetics and phonology; they are unlikely to agree that ‘a much needed reform is in the matter of indicating the sounds of Primitive Indo-European, and the still more ancient “Indo-Hittite”’ – nor would they have the sublime confidence to assert that the IE palatals were ‘really velars’ and the velars ‘really uvulars’. The idolatry of the International Phonetic Alphabet, which is apparent throughout, is more appropriate to a phonetic neophyte than to an elder linguist, even if it is true that ‘the phonetic analysis on which it stands is the most scientific and up-to-date’.

2. Modern Indo-Aryan

A number of studies have been devoted to the phonetics of Gujarati. In C 231–42 *J. R. Firth*⁶ discusses quantity and quality of vowels (including the vexed problem of the various ‘E’ and ‘O’ qualities); aspiration; retroflexion; nasality; *ɣ* and *w* ‘prosodies’; intonation, emphasis and stress. The ‘E’ and ‘O’ vowels are also discussed by *P. B. Pandit*⁷ in IL 15, 14 ff., and nasalization and aspiration by the same author in B 165–72⁸. In the latter discussion it is pointed out that ‘all the contrastive nasals – homorganic and heterorganic – occur before consonants’, and the writer of this notice is criticized for expressing a contrary view; in fact, however, the statement objected to (Phonetics in Ancient India, 45) referred

only to Sanskrit – it would be rash indeed to enunciate such a phonological principle as applicable to all languages; one may in any case note the rather different interpretation of the Gujarati data by *Firth*, C 237. On the historical side, in A 120–3 *Pandit*⁹ has discussed, mainly from the Gujarati standpoint, the development of an ‘intrusive’ -r- before the flap articulations -r- and -ŋ-.

Firth’s observations on Gujarati find a number of parallels and contrasts in *W. S. Allen*’s¹⁰ study of Rajasthani in C 5–11, which discusses aspiration, implosion, retroflexion, and nasalization in the various dialects, and the complex distribution of vowel qualities in Harauti; a ‘prosodic’ analysis of aspiration in Harauti has also been given by *Allen* in *Studies in Linguistic Analysis*¹¹, 68–86. The distribution of nasality in Bhojpuri is discussed by *B. N. Prasad*¹² in B 189–96; it may be mentioned that, in contrast with *Pandit*’s observations on Gujarati, homorganic nasality appears here to be the rule. *Prasad* also discusses, in A 309–12¹³ the ‘affective’ value of retroflexion in the Indo-Aryan languages.

A descriptive account of the Panjabi tonal system is given by *K. C. Bahl*¹⁴ in B 139–47; in disyllables the author finds stress also to be ‘an automatic predictable concomitant of tone’.

A phonemic analysis, with considerable allophonic information, is given for a dialect of Western Hindi by *John J. Gumperz*¹⁵ in A 283–95; the author also discusses the relevance of such studies to the preparation of dialectological questionnaires. The articulation of apical and prepalatal articulations in Hindustani is discussed by *O. Švarný* and *K. Žvelebil*¹⁶ in the course of an article in *Archiv Orientální* 23, 374–434, with palatographic and X-ray illustrations.

In *ZPh.* 10, 101–7 *W. Aichele*¹⁷ discusses the development of the OIA voiced aspirates in the Romani dialects.

Armenian

H. Vogt, *Les occlusives de l’Arménien*, *NTS* 18, 143–61.

The author utilizes the information given by *H. Adjarian* in his *Classification des dialectes arméniens*. The systems of stops reported for the various dialects are compared with a view to reconstructing the Old Armenian system, with special reference to voice and aspiration. The difficulties inherent in the traditional interpretation of *O. Arm.* *p^c*, *p*, *b* as [ph], [p], [b], etc. have long been evident, though they have been dissimulated, as *Vogt* observes, by successive

generations of linguists, going back from *Meillet* through *M. Karst* to an ultimate source in *N. P. Patkanean* (in 1869). *Pedersen's* intuitive hypothesis that *b* in fact represented [bh] (< IE *bh) is now supported by *Vogt's* comparative study (as previously in part by *W. S. Allen's* analysis of a modern eastern dialect in TPS 1950, 180 ff.; cf. also Arch. Ling. 3, 134 f.). The study concludes with an Appendix detailing the dialectal areas covered by the various systems of stops, and a useful map of their distribution.

References*

1. *Berger, H.*: Zwei Probleme der mittelindischen Lautlehre. Münch. indolog. Stud. 1 (1955).
2. *Mehendale, M. A.*: Trace of an old palatal *zh > j in Sanskrit. Indian Ling. 17: 16-23 (1957).
3. *Reynolds, C. H. B.*: Sigiri graffiti and Sinhalese phonology. BSOAS 20: 481-486 (1957).
4. *Paranavitana, S.*: Sigiri graffiti (Oxford University Press, London 1955).
5. *Chatterji, S. K.*: Phonetic transcriptions in the historical and comparative study of Indian languages. Indian Ling. 16: 228-239 (1957).
6. *Firth, J. R.*: Phonetic observations on Gujarati. BSOAS 20: 231-242 (1957).
7. *Pandit, P. B.*: E and O in Gujarati. Indian Ling. 15: 14 (1955/56).
8. *Pandit, P. B.*: Nasalization, Aspiration and Murmur in Gujarati. Indian Ling. 17: 165-172 (1947).
9. *Pandit, P. B.*: The intrusive -r- in Indo-Aryan. Indian Ling. 16: 120-123 (1955).
10. *Allen, W. S.*: Some phonological characteristics of Rajasthani. BSOAS 20: 5-11 (1957).
11. *Allen, W. S.*: Aspiration in the Harauti Nominal. Studies in Linguistic Analysis, pp. 68-86 (Special volume of the Philological Society, Blackwell, Oxford 1957).
12. *Prasad, B. N.*: The position of the nasals in the Bhojpuri phonological system. Indian Ling. 17: 189-196 (1957).
13. *Prasad, B. N.*: A phonaesthetic aspect of retroflexion. Indian Ling. 16: 309-312 (1955).
14. *Bahl, K. C.*: Tones in Punjabi. Indian Ling. 17: 139-147 (1957).
15. *Gumperz, J. J.*: The phonology of a North Indian village dialect; the use of phonemic data in dialectology. Indian Ling. 16: 283-295 (1955).
16. *Švarný, O.* and *Žvelebil, K.*: Some remarks on the articulation of the "cerebral" consonants in Indian languages, especially in Tamil. Arch. Orient. 23: 374-434 (1955).
17. *Aichele, W.*: Die ursprünglich aspirierten Medien der Zigeunersprache. ZPh. 10: 101-107 (1956).

Author's address: Prof. W. S. Allen, Trinity College, Cambridge (England)

* The References all refer to the "Indo-Aryan" Section.

Phonologia Frisica

By K. FOKKEMA, Amstelveen

The Frisian language area is but small and the workers in it but few so that the number of studies to be discussed under the above heading is relatively small too. It may be useful, therefore, to mention briefly the most outstanding studies of the last fifty years, which might otherwise be overlooked by the readers.

The 20th century made a good start with some studies on the phonetics of the Frisian dialects thanks to the interest which the Dutch phonetician *L. P. H. Eijkman* bestowed on them. He started in 1907 with a study on the sounds of the language of *Grouw*¹, which may be said to be fairly representative of standard Frisian. The investigation was experimental and took place with the apparatus designed by Professor *Zwaardemaker* of *Utrecht* for the simultaneous registration of the movements of the larynx, of the muscles of the bottom of the mouth, of the lips and of the jaw in pronouncing definite words by about twenty persons. The length of the sounds is discussed only briefly by *Eijkman*. Together with this experimental investigation *Eijkman* gives a description based on his own observations.

After this *Eijkman* investigated two widely different dialects viz. that of the village of *Hindeloopen*² and that of the isle of *Schiermonnikoog*³. The method of the investigation is similar to that of the preceding. Only it is conducted on a much larger scale; it contains a great number of reproductions of curves. Also the length of the sounds is discussed in some detail and determined by registering the breath in a mouth-piece together with the vibration of the larynx. The two publications also contain more texts than the first study.

Practically the experimental phonetical investigation of Frisian stopped with these three works. There is some chance, however, that it will be taken up again with new methods within a short time.

Though not based on experimental investigations, but on the personal observation of the dialect spoken by the writer himself, mention should be made of the *Phonology and Grammar* by *Sipma*, 1914⁴. The study contains a phonetical description of the sounds, and quite a large number of texts. There is a vocabulary provided with phonetical transcriptions. The book is written in English.

A study of some North-Frisian dialects was written by *Ernst Löfstedt* in his work "*Die Nordfriesische Mundart des Dorfes Ockholm und der Halligen I und II*". This is not a purely phonetic work either, but a study on the historical development of the sounds in the dialects mentioned. As, however, the writer gives much material – as much as he was able to collect – provided with phonetical transcriptions, his work may not be left unmentioned here. The transcription is based on listening to a number of carefully selected persons; for alphabet the Swedish dialect alphabet has been used with its very nice distinctions.

I have now come to the last two decades. In the years preceding this period the foundation was laid of the new phonology, which also in the Netherlands found enthusiastic students, encouraged as they were by such scholars as *J. van Ginneken*, *A. W. de Groot* and *N. van Wijk*.

The writer of this survey made in the *Frysk Jierboek*, 1938⁵ (Frisian Annual) some remarks on the Frisian system of sounds, in which he tried to assign the places of the vowels and the consonants in this system. He distinguishes short and long vowels, which can be placed in four rows in a triangle. The rising diphthongs with *i* or *j* for their first element, he considers to be combinations of a consonant phoneme and a vowel phoneme; those with *u* for their first element he prefers to regard as diphthongs.

The nasalizing of the vowels, which occurs in Frisian before *n* and certain consonants, has according to him no phonological value. Among the consonant phonemes he considers *sj*; *tsj*; *zj*; and *dzj* as monophonematic.

In 1940 *Fokkema*, in an article "On Frisian Vowels"⁶ came back more fully to the vowels, in connection with the appearance of *Van Wijk*'s "Phonologie" and *Trubetzkoy*'s "Grundzüge". The positions and oppositions are indicated. Besides the long and short

vowels he now also deals with the prosodic qualities of the "Silbe", so, whether the "Vokalen" are "schwach-", or "scharfgeschnitten". He thinks it difficult to decide whether the opposition of the so-called short vowels and the long ones has for its "Merkmal" the quantity or the "Silbenschnitt".

In 1945 there appeared an interesting article by *Peter Jørgensen*⁷ on the diphthongs *ia* and *ua* in the North Frisian dialect of the isle of *Sylt*. The article is important in view of the method according to which phonetical, phonological and historical data have been treated. The diphthongs mentioned are considered by *Jørgensen* normally as fallen; if strongly accented, the place of the prominence peak is unimportant, but in a syllable immediately before the stressed syllable there is a tendency for the diphthong to become rising. Phonologically the differences between the rising and falling diphthongs are irrelevant. *Jørgensen* now traces the diphthongs *ia* and *ua* historically and comes at the end of his article to the conclusion, that *ia* and *ua* are no longer *varieties* of other phonemes, but are phonemes themselves, and that they have become so not through the *internal* development of the language of *Sylt*, but through the influence of *borrowed words*, which, having been borrowed in large numbers, have altered the phonological system, through which also the phoneme variants *ia* and *ua* have become independent phonemes. By way of elucidation I will shortly discuss the development of *ua*. The Old North Frisian *ā*-sound (<¹germ. *au*; ²germ. *ai*; ³early lengthening; and ⁴contraction) developed into *ūa*: **būane*, **drūam*, **hūach*, etc. *ua* remains a diphthong only before dentals and in "Auslaut" [*oa*]; before labials and gutturals it becomes the monophthong *ō*. Thus: *buan*, *bualk* and *droom*, *roop*. *oa* and *ō* were variants of the same phoneme.

There now come in course of time many loan-words with *ō*, and this *ō* remained also before a dental, so it did not adapt itself to the system of Sylt Frisian: Bootdai, day of prayers: Floot, fleet; Troon, throne, etc. In this way there could arise an opposition between *nuat*, cattle and *noot* (musical note). From this it follows that *ua* and *ō* are no longer variants of one phoneme, but two different phonemes.

Generally speaking the Frisian of the West-Lauwers area knows three kinds of diphthongs; falling, e.g. *ai*; rising: *uo*; and falling ones ending in - *ɔ*: *ea* [Eə]. The last mentioned ones can, when

shortened, develop into rising diphthongs: beam [bEəm] – tree, becoming [bjemm] – trees.

These rising diphthongs were discussed at a symposium held in 1943 by the Dialects committee. *Gosses*⁸ treated these diphthongs in Frisian and ascribed them to a palatalizing tendency, to initial accent and to a tendency towards relaxation. *Meinsma*⁹, who a few years later made some phonetic remarks, wants to explain the change of the diphthongs in ə into rising ones from the double topped accent and a development to a duller second element with greater sonority (“Schallfülle”). But this, too, is only a first attempt at a phonetic description of the diphthongs in ə, as the writer rightly remarks.

A subjective accoustic description of the *Hindeloopen* dialect was published by *De Boer*¹⁰. He wanted to devote a study to his native dialect which was not only phonetical, but also phonological. The phonological description was mainly based on *Van Wijk*'s “Phonologie”.

A division of the Frisian vowel system following more recent American methods, was given by *S. Chatman* in a brief article¹¹.

The author distinguishes long and short vowels, and also gives a simplified division of the so-called diphthongs. In this article he denies – rightly, I think – the phonematic evaluation of the nasalized vowels. On this point he was opposed by *T. Hoekema*¹² who thinks *Chatman* is wrong, because the latter must have been misled by the spelling. The –*n*– is written, it is true, but has disappeared in nasal vowels, leaving behind the nasality, so *Hoekema* thinks; and as *ies* is not the same as *iēs*, the nasalization is phonematic. *Chatman* gives the point up, but is defended by *Van Coetsem*¹³, who regards the nasalized vowel as a vowel and a vocalized *n*, to which there is no vowel and *n* in the same position. If nasality is to be regarded as phonematic, an entirely new group of vowels would be created; this, too, is an objection. I would like to add in this case that Frisian would get an exceptional in Germanic. Germanic as a rule not having nasality as a phoneme. This exceptional position is possible of course and *Hoekema* may find the nasalized vowels in other Germanic dialects also phonemes. The controversy is not yet over. *Hoekema* opposed *Van Coetsem* in “*Us Wurk*”⁶, and *Van Coetsem*'s answer won't be long in coming.

Another interesting point was the phonological evaluation of the rising diphthongs starting with *i* and *y*. The present writer had

assumed in his former studies mentioned above that *i* could be equated to *j*, phonologically, so that the diphthong starting with *i* was to be considered a combination of two phonemes; he dared not posit the equivalence of the *u* and the labio-dental or bilabial *w*, because there remained the difference between *hoartsje* [ʁatsjə] (= a short time) and *wartsje* [watsjə] (= wart).

Van Coetsem now holds, that [ʁatsjə] has a more or less long bilabial Anlaut-*w*, or a *w* with a more or less vocalic beginning, so ^u*w*. At any rate this Anlaut forms a group, as also appears from the development in the eastern part of Friesland, where *boartsje* [buatsjə] becomes *bjartsje*, and *woartel* *wjattel*.

Through this solution the *j* in a rising diphthong finds its parallel in the bilabial or dental *w* in the rising diphthongs *ua* and *uo*.

For the sake of general linguistics it is also important, how the adaptation of the Anlaut-group has taken place. The Anlaut in *hoanne* could maintain itself, as long as it was realized as *h* + *o/u*–; when the second element lost its vocalic character, because there arose a rising diphthong *hoánne* and coalesced with the bilabial *w*, an Anlauts-group *hw*– resulted. Because there does not exist in New Frisian a group *h* + consonant the *h* was dropped; the group remained, however, because the *w* acquired a homorganic – more or less vocalic – beginning thus becoming ^u*w*, which is phonologically not different from the bilabial *w* + labio-dental *w*. This new group became in Eastern Friesland *wj* – in the same areas where *fuotten* became *fjotten*, and *boarst* *bjast*. Because of some controversy in regard to this theory *Van Coetsem* wrote a few more articles to elaborate his views¹⁴.

References

1. *Eijkman, L. P. H.*: Description phonétique des sons de la langue frisonne parlée à Grouw. Arch. Teyler, série 2. T. 11, 1^e partie (Haarlem 1907).
2. *Id.*: Phonetische Beschrijving van de Klanken der Hindeloopense Taal. Verh. Kon. Akad. van Wet. (Afd. Lett.). Nieuwe Reeks, Dl. 14, 2 (Amsterdam 1913).
3. *Id.*: Phonetische Beschrijving van de Klanken der Schiermonnikoogse Taal. Verh. Kon. Akad. van Wet. (Afd. Lett.). Nieuwe Reeks, Dl. 25, 1 (Amsterdam 1925).
4. *Sipma, P.*: Publ. of the Philological society 2: Phonology and grammar of modern West Frisian with phonetic texts and glossary (Univ. Press, Oxford 1914).
5. *Fokkema, K.*: Inkelde opmerkingen oer it fryske klanksysteem. Frysk Jierboek 1938: 36–45 (Van Gorcum & Comp., Assen 1938).
6. *Id.*: Over de Friese klinkers, Bundel opstellen van oudleerlingen aangeboden aan Prof. Dr. C. G. N. de Voogts: 140–145 (Wolters, Groningen 1940).

7. *Jørgensen, P.*: Zu den Sylterfriesischen Diphthongen *ia* und *ua*. Travaux du Cercle ling. de Copenhague 1: 22-47 (1945).
8. *Gosses, G.*: Stijgende diphthongen en accentverschuiving in het Fries. Accentwisseling in de Diphthongen: 9-17 (Noord-Holl. Uitg. mij., Amsterdam 1944).
9. *Meinsma, G. L.*: Inkelde fonetyske oantekeningen ta it Frysk. It Beaken 18: 108-110 (1956).
10. *Boer, B. de*: Studie over het dialect van Hindeloopen; litt. Diss. (Van Gorcum & Comp., Assen 1950).
11. *Chatman, S.*: The stressed vowel system of modern West Frisian. Us Wurk 2: 27-32 (1953).
12. *Hoekema, T.*: De fonematyske funksje fan de nasalearring yn it Frysk. Us Wurk 3: 52-53 (1954).
13. *Coetsem, F. van*: Heeft de Nasalering een fonologische Functie in het Fries? Leuv. Bijdr. 46: 140-143 (1956/57).
14. *Id.*: Over en naar aanleiding van een Nieuwfriese Anlautwijziging. Hand. Zuidn. M. v. T. en L. 5: 84-93 (1951); Oudfries *hw* > *w*- en Nieuwfries *hoa-* > *woa-*. Leuv. Bijdr. 42: 53-57 (1952); Nogmaals Fries *hoanne* - *woanne*. Leuv. Bijdr. 43: 91-101 (1953).

Author's address: Prof. Dr. K. Fokkema, van der Veerelaan 49, *Amstelveen* (Netherlands).

An Electrical Manometer and its Use in Phonetic Research

BY ELI FISCHER-JØRGENSEN and A. TYBJÆRG HANSEN, Copenhagen

The rapid development of electro-acoustics during the last decades has provided the phonetician with a great number of new instruments and methods for the examination of the acoustic aspects of speech. As far as voicing, intonation and duration of sounds are concerned, it has been possible to replace the old kymographic methods by more appropriate means of registration, and new possibilities of acoustic measurements (intensity and formant structure) have appeared.

As a consequence, most phoneticians nowadays have concentrated all their energy on acoustic investigations and, to a certain extent, on X-ray studies, the results of which can be correlated more or less directly with the analysis of formant structure, whereas relatively few go in for the study of air pressure or the pressure and movements of the lips and tongue. Even before this explosive development of acoustic phonetics relatively little had been done in the field of measuring air pressure inside the oral cavity. *Rousselot*¹ initiated methods for this type of recording as for so many other types, but his followers devoted most of their energy to recording the air pressure outside the mouth, with the exception of *R. H. Stetson*², who has made extensive studies in this field. Such studies have also been performed by *A. C. Sen*³, *Hudgins and di Carlo*⁴, *John W. Black*⁵, and *A. Malécot*⁶.

Although important results have been obtained in this field, it seems quite obvious that the technical approach could be considerably improved upon. This belief is justified by the fact that,

practically speaking, all the investigators of pressure and pressure variations in connection with phonetic problems have resorted to the classical physiological technique using tambours with rubber membranes fitted with levers of straw or other materials for inscribing the curves on sooted paper on a kymograph drum*. This technique has been given up entirely in other fields of research where similar measuring problems are met with.

The main objection to the old technique is the low frequency response and the improper damping. To this is added the variable frictional resistance, the restricted possibility of amplification and the necessity of a close and rigid connection between the transducer (the tambour) and the recording instrument itself (the kymograph). The low frequency response and the improper damping cause the curves to be distorted as compared with the real pressure. In order not to adversely influence the already unfavourably low frequency response, it is necessary to use rather big and clumsy tubings for connecting the tambour with the cavities in which the pressures are to be measured. These tubes in turn may interfere with pronunciation during the experiment.

Some of the imperfections have been partially overcome by, e.g., *A. de Lacerda*⁷, who constructed an ink writer ("chromograph") which is interesting also as a forerunner of *Elmqvist's* "Mingograph" now widely used as a recording device.

The chromograph did away with undesired effects occasioned by the kymograph drum, and under special conditions where it was possible for the air flow to act directly on the ink-jet of the chromograph, complication effects from the transmission system and the tambour were likewise eliminated.

However interesting the above mentioned improvements may be, a closer inspection of the registration problems will show that they all hinge on the construction of a high frequency response pick-up.

Fortunately, such devices have already been constructed and successfully applied to similar physiological problems, especially problems encountered in cardiovascular research.

* The only exception we know of is *John W. Black*, who has used two different instruments both belonging to aircraft equipment – a Kolsman altimeter connected with the source of pressure in a closed system, and a Hill stall-proximity indicator coupled with an adapted Pioneer rate-of-climb indicator combined with the pressure source in an open system. No continuous curve was recorded. The maximum values were read off a dial.

In the following report we shall introduce a high frequency response pressure gauge and offer some preliminary results derived from its application to phonetic problems.

The Apparatus

The apparatus which we have employed is thoroughly described in a series of publications by one of the authors (*A.T.H.*)^{8, 9, 10, 11}. With regard to details we refer to these publications so as to limit ourselves to a short survey of the fundamental principles.

The pressure pick-up is essentially a liquid-filled elastic membrane manometer. For this type of instrument all the equations which hold good for an oscillating system of one degree of freedom are applicable^{9, 10}.

The manometer⁹ is made of chromium plated brass. The pressure chamber is conical and its base is formed by a phosphor-bronze plate soldered onto the edge of the chamber. This plate, the thickness of which is 0.4 mm, is elastic and flexible to a certain extent and forms the movable plate of a plate capacitor. The fixed plate of the capacitor forms an electrode mounted on a micalex plate for insulation. The gap between the plates which ordinarily is filled with air amounts to 15 microns. As the movable plate yields to the pressure in the pressure chamber, the capacitance and the voltage on the plates are changed accordingly. The voltage changes are amplified and fed into an oscillograph and recorded either photographically or by other means. The manometer is shown in longitudinal section in fig. 1.

For most purposes the manometer and the tubing connecting the manometer with the place in which the pressure is to be measured are filled with water or saline solution.

In order to fully exploit the high modulus of volume elasticity it is very important that the manometer be filled with liquid without trapping any air bubble, even the slightest. This can be done by boiling, with the manometer entirely submerged into water. At the same time complete sterility is secured, a factor of importance in connection with many physiological and clinico-physiological experiments and examinations. The following dynamic constants have been found for the manometer:

Modulus of volume elasticity 4×10^9 dynes \times cm⁻⁵.

Damped natural frequency (cycles per second) 607 and the

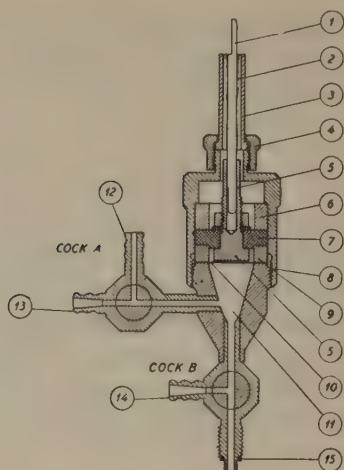


Fig. 1. The high frequency response manometer.

1 cable plug, 2 insulating material, 3 screen of cable, 4 union nut, 5 rear electrode for cable plug, 6 spacing ring, 7 micalex insulating material, 8 cap, 9 spacing ring, 10 phosphor/bronze plate forming the flexible plate of the capacitor, 11 pressure chamber, 12 branch for rubber tubing, 13 branch for rubber tubing with inner conical bore for nozzle of syringe, 14 like 13, 15 fibre washer.

degree of damping about 0.02 when the manometer is provided with a needle, 2.1 cm long, bore 1.2 mm.

When the manometer is provided with a needle, length 5.1 cm, bore 0.24 mm, the damped natural frequency is about 90 and the degree of damping about 0.5.

The time lag due to the phase displacement angle depends on the degree of damping so that, e.g., the time lag is constant for all frequencies from zero to the undamped natural frequency when the degree of damping is about 0.7.

The manometer has been filled with air instead of water in most of the experiments of phonetic character. Fig. 2 shows the response to a square wave impact when the manometer is filled with air and connected with a 7 cm long polyethylene tubing with a bore of 0.8 mm. It will be seen from the figure that the maximum value is reached within less than 0.01 sec and that there is a certain overshoot, which, however, hardly ever interferes with the phonetic measurements since the maximum pressure is not built up so abruptly. The damped natural frequency is about 150 cps. and the degree of damping is approximately 0.4.

One of the advantages of this manometer over the old mechanical devices is that it is possible to record smaller movements of the

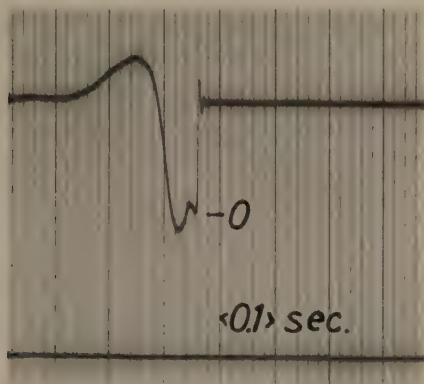


Fig. 2. Square wave impact. Manometer air filled tube, polyethylene 7 cm of length, bore 0.8 mm.

membrane by means of electronic amplification than it is by purely mechanical means. In addition, the electrical transmission makes it possible to do away with the rigid connection between the transducer system and the recording system.

The connection between the electric aggregate and the recording device (Elema "klinik model") consists of a several meters long flexible lead. Also the connection between the manometer and the electric aggregate is effected by a long flexible lead so as to secure a practical working distance between the place where the experiment is going on and the part of the system which requires both space and the attention of persons not directly involved in the experiment.

The electric aggregate which is described in⁸ has been changed recently and is now manufactured by Disa Electronic, Copenhagen. The manometer itself is made by O. Dich, instrumentmaker, Copenhagen.

Experimental Technique and Applications

A great number of recordings of Danish, German, and French language has been undertaken with this setup*.

* The recordings have been undertaken by one of the authors (E. F.-J.) in co-operation with Mr. Oluf M. Thorsen from November 1955 to January 1957, partly in the Cardiologic Laboratory of the University Clinic (Rigshospitalet), Copenhagen, and partly in the Cardiologic Laboratory of Gentofte County Hospital (Gentofte Amtssygehus), Copenhagen, where Dr. P. P. Eskildsen kindly placed the instruments at our disposal. For technical assistance we are grateful to Dr. Jørgen Fabricius, Mr. H. Lindskov-Hansen and Mr. Aage R. Møller.

A considerable number of the curves were taken with the object of examining Danish stop consonants compared with the stops of a few other languages*.

Some of the German curves were taken with the object of comparing the articulatory force of consonants after short and long vowels, and the majority of the French curves served for investigating the interrelation between voice and articulatory force in the cases of voice assimilation**.

In the phonetic recordings the manometer has been filled with air, because preliminary experiments showed that this shortened the reaction time and thus the vibrations of voiced sounds became clearly visible. With some voices, however, the vibrations became so violent that it was difficult to measure the mean pressure.

During the recordings the manometer was connected with a cathode-ray oscilloscope, so that the tracings could be observed on a screen, and the recording could be stopped when something went wrong.

The Elema "klinik model" which was used as a recording device permits distortion-free recording of frequencies up to about 800 cps. (mingographic recording can also be used). The speed of the photographic paper was 10 cm per sec. Calibrations were made for each adjustment of the apparatus by means of a water column. Experiments with square wave impact as in fig. 2 were also made.

Figs. 3 to 6 show curves taken with this equipment. The lower curve in figs. 3-5 is recorded by means of a microphone placed on the side of the larynx and connected directly with the Elema recorder. This recording was made in order to facilitate the delimitation of the sounds. The explosion can generally be located on the larynx curve when the microphone is placed correctly. Voicing can be seen both on this curve and on the air pressure curves. For the purpose of sound delimitation it would in some cases have been preferable to be able to record frequencies above 800 cps.

In fig. 3, the upper curve (A) indicates the air pressure in the oral cavity during the articulation of the Danish words *Palle* [phalə] and *Balle* [balə] (from the sentences "Han hedder Palle" and "Han hedder Balle").

The scale to the left of the recording indicates the pressure in mm mercury. The pressure was picked up by means of a small

* The results will be published in a forthcoming book by E. F.-J.

** A study on this subject is being completed by Oluf M. Thorsen.

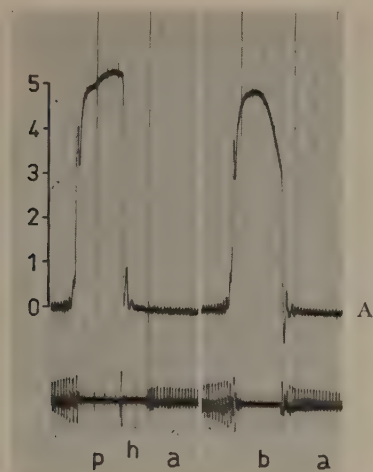


Fig. 3. A = Air pressure in the oral cavity.

plastic tube, 7 cm long, with an outside diameter of 1.5 mm and a bore of 0.8 mm. This tube was inserted into the mouth. It was of no great inconvenience to the subject, but it often happened that it was blocked because of salivation, and it was difficult to get good curves of k and g . We therefore tried to insert a tube through the nose (see *Malécot*), but it turned out that this was more disturbing to the subject and that the tube was still more liable to be blocked. We succeeded, however, in getting good curves for k and g by means of a somewhat longer (11 cm) and slightly wider (2 mm outside diameter, 1 mm bore) tube from the mouth.

On these curves it is possible to see not only the maximum air pressure (which is of interest for the fortis-lenis question) but also various details which were not visible on *R. H. Stetson's* curves and which may contribute to a clarification of the mechanism of the explosion. The difference in the form of the curve for p and b , seen in fig. 3, has been found in hundreds of Danish curves of initial p and b . In p the pressure increases until the moment of explosion; in b there is normally a slight decrease of pressure before the explosion (except after a pause).

In fig. 4 the middle curve (B) gives the intra-oral pressure and the upper curve (A) the pressure of the lips picked up by means of a small rubber bulb (*établissement Boulitte*, Paris No. 4032 33). The bulb measured 19 mm transverse to the tube and 12 mm in the

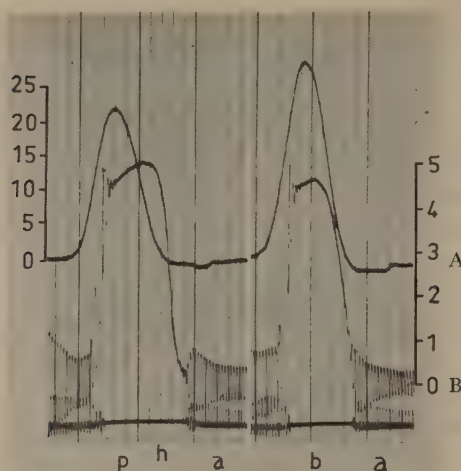


Fig. 4. A = Lip pressure, B = air pressure in the oral cavity.

opposite direction, and it was 8.5 mm thick in the middle. The length of the tube was 55 mm and its inner diameter 4 mm. This small bulb will register the pressure during the occlusion and only very little of the movement before or after the occlusion. Bigger bulbs will give more of the movement but they hamper the articulation too much. We have also tried a lip piece of the type described by *R. H. Stetson* [2 (1951), p. 21, and fig. 2, p. 11], but the wedge-shaped cross-section gave rise to rather great variations in amplitude according to the position between the lips. The bulb used was not of very thin rubber, and its reaction time is probably somewhat too slow. It will perhaps be possible to construct a more appropriate bulb of thin rubber distended by means of a constant pressure. At any rate it is evident from the curve that the decrease of pressure starts already during the first half of the closure time. The same phenomenon can be seen in German and French stops, and often in *Stetson's* curves. The recording of tongue pressure by means of rubber bulbs did not prove very successful. Fig. 4 shows greater lip pressure for *b* than for *p*. This is normal in Danish.

In fig. 5 the upper curve (A) shows the air pressure in the oral cavity for the Danish syllables *pa*, *ta*, *ka* (picked up by means of a tube introduced through the nose), and the middle curve (B) the air pressure outside of the mouth, recorded by means of a normal mouth-piece of rubber with two holes, each approximately 5 mm

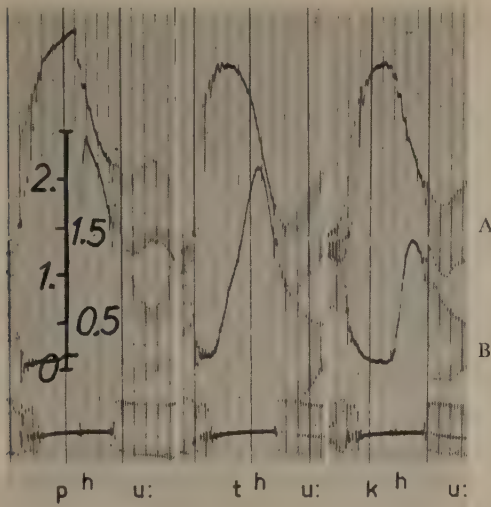


Fig. 5. A = Air pressure in the oral cavity, B = air pressure just outside of the mouth.

in diameter, permitting the air to escape. Again the curves give details of pressure changes. The difference between *p* and *t* is due to the affrication of the Danish *t*.

In fig. 6 a curve of the air pressure in the oral cavity (B) has been combined with a curve of the pressure in the trachea below the larynx (A) measured on a normal person (*E.F.-J.*). These sorts of curves have hitherto been taken only from tracheotomized subjects. In the present experiment a needle was inserted into the

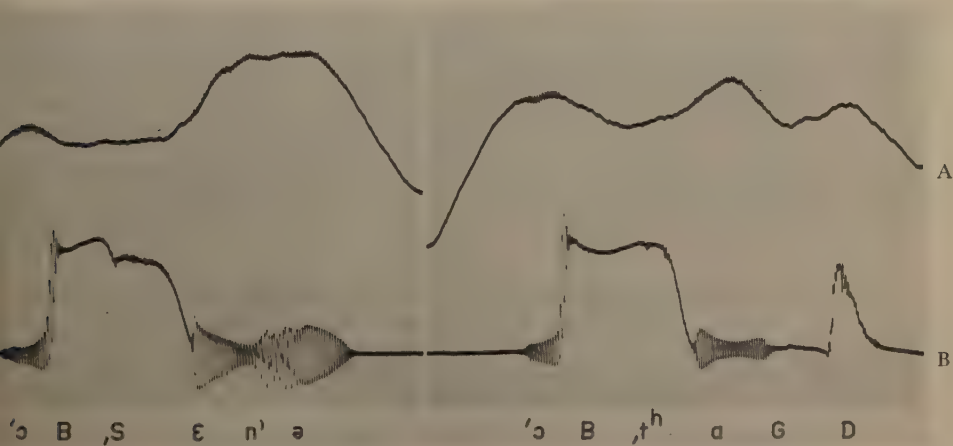


Fig. 6. A = Air pressure below the glottis, B = air pressure in the oral cavity.

trachea approximately 4 or 5 cm below the glottis and connected with a plastic tube leading to the manometer*.

Fig. 6 shows the two Danish words *opsende* ['ɔB₁sen²ə] and *optakt* ['ɔB₁t³aGD] (the capitals in the transcriptions indicate neutralization sbetween ptk and bdg). The tube was placed in the oral cavity in front of the palato-velar closure. – The curves of the subglottal pressure seem to indicate (1) that there is not always a separate peak for each syllable (in fig. 6 the two-syllabic word has three peaks, the three-syllabic word two; in general there was some, but no clear, connection between peaks and syllables), (2) that the pressure is not higher for the stressed than for the unstressed syllables and (3) that the glottal stop shows up more clearly in the pressure curve from the mouth than from the trachea. These observations are corroborated by the other curves. But these observations only serve to show some of the problems which can be investigated by this method. The preliminary results mentioned here may be proved or disproved by further recordings. This first experiment was not entirely successful and the curves do not look quite reliable. For this type of recording the manometer system, the tubing and the needle should probably be filled with saline instead of air. Unfortunately the needle was blocked very soon, so that only about 20 syllables or combinations of syllables (e.g. papapa) and 22 different words or short sentences were recorded. Some of these were recorded two or three times. For the short words the repetitions are very similar, for the longer words there are obvious differences.

By these examples of measurements, which have been made possible by means of the application of an electric high frequency response manometer to various phonetic problems, we have tried to attract the attention of phoneticians to the usefulness of modern electronics equipment in problems involving pressure measurements.

Summary

A short description is given of an electrical manometer designed by A.T.H. This manometer has been used in connection with an *Elema* oscillograph for the recording of air pressure in the oral cavity during the articulation of a considerable number of

* This experiment was made at Gentofte Amtssygehus with the assistance of Drs. P. P. Eskildsen and Mogens Jørgensen.

stop and fricative consonants and for the recording of lip pressure in labial consonants. In a restricted number of cases the air pressure outside of the mouth has also been recorded, and a preliminary experiment has been made with the aim of recording the air pressure below the larynx.

Zusammenfassung

Ein durch A. T. H. gebautes elektrisches Manometer wird kurz beschrieben. Dieses Manometer, in Verbindung mit einem Elema-Oszillographen, ist für die Registrierung des Luftdrucks im Ansatzrohr während der Artikulation von Verschuß- und Reibelauten sowie für die Registrierung des Lippendrucks bei labialen Konsonanten benutzt worden. In beschränktem Umfang ist auch der Druck außerhalb des Mundes aufgezeichnet worden, und ein einleitender Versuch zur Aufzeichnung des Luftdrucks unterhalb des Kehlkopfs ist unternommen worden.

Résumé

L'article contient une description d'un manomètre électrique construit par A. T. H. Ce manomètre a été utilisé en combinaison avec un oscillographe Elema pour l'enregistrement de la pression d'air dans la cavité orale pendant l'articulation d'un nombre de consonnes occlusives et fricatives, ainsi que pour l'enregistrement de la pression des lèvres pour les consonnes labiales. En plus on a fait quelques tracés de la pression d'air en dehors de la bouche et un enregistrement préliminaire de la pression au dessous du larynx.

References

1. Rousselot, P.: Principes de phonétique expérimentale, 1897-1908.
2. Stetson, R. H.: Motor phonetics. Arch. néerl. Phon. exp. 3: 5-216 (1928) (2nd éd., Amsterdam 1951).
3. Sen, A. C.: An experimental study of Bengali occlusives. Proc. 2nd Congr. phon. Sci. 1935: 184-193.
4. Hudgins, C. V. and di Carlo, L. M.: An experimental study of assimilation between abutting consonants. J. gen. Psychol. 20: 449-469 (1939).
5. Black, J. W.: The pressure component in the production of consonants. J. Speech Dis. 15: 206-210 (1950).
6. Malécot, A.: An experimental study of force of articulation. Studia linguist. 1956: 35-44.
7. De Lacerda, A.: Die Chromographie. Arch. néerl. phon. exp. 10: 65-109 (1934).
8. Tybjerg Hansen, A.: Pressure measurement in the human organism, p. 230. Diss. (Copenhagen, Teknisk Forlag 1949).
9. Tybjerg Hansen, A. and Warburg, E.: The theory for elastic liquid-containing membrane manometers. General part. Acta physiol. scand. 19: 306-332 (1950).
10. Tybjerg Hansen, A.: The theory for elastic liquid-containing membrane manometers. Special part. Acta physiol. scand. 19: 333-343 (1950).
11. Tybjerg Hansen, A.: Pressure measurement in the human organism. C. R. II^e Congr. int. d'Angéologie, Fribourg, septembre 1955.
12. Warburg, E.: A method of determining the undamped natural frequency and the damping in overdamped and slightly underdamped systems of one degree of freedom by means of a square-wave impact. Acta physiol. scand. 19: 344-349 (1950).

Authors' address: Eli Fischer-Jørgensen, Institute of Linguistics and Phonetics, University, Copenhagen, and A. Tybjerg Hansen, M. D., Department of Medicine B and its Cardiological Laboratory, Rigshospitalet, Copenhagen (Denmark)

Libri

Göran Hammarström: **Etude de phonétique auditive sur les parlers de l'Algarve**. Almquist & Wiksells, Uppsala 1953, 185 p.

En matière de méthodologie de l'enquête linguistique, la thèse de M.H. est un événement historique. A l'ère de l'enquête par correspondance succéda le règne long et riche de l'«enquête directe»: voici que s'ouvre celui de l'«enquête indirecte», dont M.H. a le double mérite de poser les principes et d'offrir les prémices. Certes il y a déjà longtemps qu'on sait récolter et archiver des documents linguistiques enregistrés par des machines; il y a longtemps aussi que les phonéticiens ont l'art de les exploiter à des fins précises. Mais on peut affirmer que M.H. est l'initiateur d'une technique de portée générale et d'un système probablement destiné à un rôle exclusif.

Dès la p. 12 M.H. se pose en s'opposant: «La plupart des études de parlers locaux exécutées jusqu'à présent se basent sur des matériaux réunis sur place et consistant en des transcriptions phonétiques *directes*, c'est-à-dire en des notations écrites par l'enquêteur en présence et à l'audition des témoins. Les nouveaux appareils enregistrant sur fil ou bandes magnétiques donnent la possibilité d'opérer d'une autre manière. Ils permettent de réunir beaucoup plus rapidement les matériaux qui, en ces cas, ne sont transcrits qu'ultérieurement et d'après les enregistrements. C'est cette méthode, appelée transcription phonétique *indirecte*, que le présent travail a exclusivement appliquée... La transcription indirecte parvient à éviter les écueils de la première méthode. A priori, en effet, il n'est guère possible qu'une même personne prononce le même segment phonique deux fois absolument de la même manière, bien qu'il faille admettre que souvent l'écart entre des émissions répétées ne justifie pas des notations différentes. Seuls, les appareils fournissent la possibilité d'entendre répéter exactement le même son et, par là, de préciser l'impression forcément imparfaite d'un mot ou d'une phrase entendus globalement. On peut, dès lors, s'attacher, avec plus de chances de vérité, à l'analyse détaillée de chaque phonème ou partie de phonème et tirer un profit maximum de l'audition (p. 13).» Autres avantages: la même possibilité de répétition permet d'éliminer les facteurs subjectifs du transcripteur (du coup le problème du transcripteur indigène ou étranger devient une question mineure); la récolte des matériaux est accélérée; la précision objective étant accrue, il est permis d'utiliser un système de notation plus détaillé; enfin l'enregistrement fixe à jamais et intégralement des faits que la transcription la plus minutieuse ne peut refléter que grossièrement (p. 1-17).

M.H. a effectué ses enregistrements dans l'Algarve en compagnie de M. et M^{me} de Lacerda. Les informateurs étaient choisis suivant les principes évidents et immuables qui garantissent l'endémisme des données; les voix masculines ont été préférées comme plus aptes à l'analyse instrumentale. L'enquête s'est déroulée dans treize localités et a mobilisé cinquante-cinq informateurs. On a assez souvent enregistré des enfants: «Nous avons remarqué que les enfants, surtout analphabètes, ont un parler très typique (p. 21).» On notera que, dans l'équipe, «M. de Lacerda fit le plus souvent fonction de *speaker*»: donc, en ce qui touche le problème des relations, M.H. opte d'instinct pour l'enquêteur «indigène»; et il est évident que dans une équipe d'enquêteurs, le seul qui mérite justement ce nom est le «*speaker*». Trois types de textes enregistrés: 1° rarement un texte lu (composé en vue d'obtenir une grande diversité phonématique); 2° cinq textes invariables: jours de la semaine, numération, prières usuelles, objets nommés d'après 37 figures; 3° textes libres, conversations.

La transcription des documents est la clé de voûte du nouvel édifice. Le problème des signes avait déjà été résolu par l'A. et par M. de Lacerda: on sait que ce système, au prix de la multiplication des caractères, réduit au minimum (nasalité, dévoisement, intensité et durée graduées, etc.) l'emploi des signes sus- ou souscrits, dont les inconvénients sont tristement connus des auteurs d'atlas linguistiques. Le ressort essentiel qui

fait la supériorité de l'enquête indirecte est la répétition illimitée du même son identique à lui-même, jusqu'à en obtenir une perception objective parfaite; de plus, deux transcriptions, en comparant leurs notations indépendantes, se corrigent et se confirment (p. 37). «La perfection des appareils est telle que la voix enregistrée n'est pas plus difficile à interpréter que la voix naturelle» (p. 38). Il va sans dire que le travail du transcrip-teur est long et fatigant (ib.). La classification des sons est résolument fonctionnelle (p. 39): M. H. admet le système phonologique de M. Lüdtke et considère les variations phonétiques comme des réalisations de phonèmes: ainsi, pour les voyelles orales de l'Algarve, il distingue neuf phonèmes; *b*, *d*, *g*, fricatifs ne sont qu'une réalisation des phonèmes explosifs correspondants (p. 43). Les matériaux sont présentés en une série de monographies correspondant aux localités de l'enquête (pp. 44-116): renseignements sur la localité, les informateurs, caractérisation des sons observés, le plus souvent par rapport aux normes nationales (on trouvera p. 49 un exemple des nuances extrêmement délicates que la transcription indirecte permet de déceler dans les réalisations du phonème *a*).

Le chapitre VII (discussion des matériaux) décrit la répartition géographique des sons observés. Mais ici, nous avouons ne plus très bien saisir la démarche de M. H. Prenons l'exemple de *a* à la localité 1: p. 49, l'A. déclare avoir perçu chez un seul locuteur 13 réalisations différentes de ce phonème. Or, dans la carte 4, p. 137, on lit à localité 1 le signe unique de la voyelle vélaire ouverte. Il en est de même à peu près dans tous les cas. On aimerait savoir par quelle méthode (statistique? ou simple impression générale?) des faits essentiellement polymorphes, et dont le polymorphisme a été examiné au microscope de l'enquête indirecte, ont été synthétisés en une résultante unique. Ce défaut découle de l'imprécision quantitative de l'exposé de détail (due peut-être à une somme de matériaux insuffisante: 30 minutes d'enregistrement par localité, voir p. 180): quand on lit p. 73 «*e* est quelquefois plus ouvert que dans la langue nationale: *def*, *terra*, *era*», on est amené à se demander: «Combien de fois et sur combien de cas?» Bref, on constate que les cartes phonétiques du chapitre VII reflètent un état de tendances dominantes décantées plutôt qu'un état intégral où figureraient à leur juste proportion les tendances minoritaires que la méthode indirecte a précisément l'honneur de déceler. Résultat dont l'exécution est sans doute difficile, mais non inconcevable: c'est à cette fin que doivent tendre les études de polymorphisme. L'extrapolation à une structure phonologique est certes légitime; mais c'est tout autre chose. Au reste, M. H. doit être de cet avis, car il s'en faut de peu que le magnifique exposé récapitulatif sur *u* > *u* (p. 146) ne soit conforme à cet idéal.

Dans *Via Domitia* III et V, mon élève M. Companys, camarade d'études de M. H., a décrit et célébré dans le menu détail les mérites de l'enquête indirecte. Après une brève période de réaction négative, inévitablement humaine, j'ai été définitivement converti, au point de devenir plus «hammarströmien» que M. Hammarström lui-même: il pense en effet que les domaines lexicologique et morphologique relèvent encore de l'enquête directe. Ayant dirigé et rédigé un atlas linguistique procédant de l'enquête au stylo, je crois au contraire qu'il faut désormais tout récolter par enregistrement magnétique, et la nouvelle enquête complémentaire à laquelle nous procédons depuis un an se fait uniquement par cette méthode. La supériorité m'en paraît incontestable: passons sur le domaine phonétique, dont la cause est entendue; mais l'avantage de la répétition fixe se vérifie aussi bien pour les données lexicales et morphologiques. D'abord parce que la phonétique est partout, ensuite parce que l'enregistrement intégral des circonstances de l'enquête, des réactions des informateurs, fournit des renseignements capitaux en matière de vocabulaire et de morphologie. Et l'enquête massive que nous opérons sur le verbe gascon (trois heures de conjugaison enregistrée par localité) serait absolument irréalisable par la méthode directe. Les seules épines du rosier sont la tâche écrasante de la transcription et les frais non moins écrasants de bandes magnétiques: ce qui tout de même ne saurait projeter des ombres sur l'avenir de «ces nouvelles méthodes qui, supérieures à plusieurs égards, vont sans aucun doute se substituer en partie aux anciennes» (p. 31 n. 2).

Jean Séguy, Toulouse

Friedrich Schürr: **Nuovi contributi allo studio dei dialetti romagnoli.** (Rendiconti dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, Classe di Lettere, Vol. 89-90, S. 121-145, 313-333, 455-475, 663-692.) Mailand 1956. 1 Kartenskizze.

Die Mundarten der Romagna verdienen die Aufmerksamkeit, die der Vf. ihnen nun schon seit Jahrzehnten zuwendet. Die Umgliederungen ihrer Lautsysteme sind so charakteristisch, daß man erwarten kann, in ihren Entwicklungsgesetzen auch den Schlüssel für die Erklärung mancher Lauterscheinungen anderer romanischer Sprachen und Mundarten zu finden. Daher ist zu begrüßen, daß der Vf. in diesen vier Beiträgen nicht nur neues Material mitteilt, sondern es auch mit phonologischer Methode neu betrachten lehrt. Die *evoluzione strutturale* (S. 121) scheint das Kennwort der neuen Sprachwissenschaft zu werden. Schürr unterstreicht besonders, wie schon in zahlreichen früheren Aufsätzen (vgl. die Biographie Revue de linguistique romane 20: 108), die chronologische Priorität der Umlautdiphthonge gegenüber den Diphthongen als Ergebnissen der Tonvokale in freier Stellung. Dem ist unbedingt zuzustimmen; es wäre nur terminologisch zu wünschen, daß noch schärfer zwischen den phonologischen Begriffen Umlaut, Vokaldifferenzierung nach freier und gedeckter Stellung und den phonetischen Begriffen wie Diphthongierung geschieden wird. Schürr denkt in diesem Zusammenhang an eine analogische Ausbreitung der Umlautdiphthonge auf die offene Silbe. Ich möchte darüber noch hinausgehen und sehe in diesem Prozeß eine Konkurrenz zweier phonologischer Kräfte, des (alten) Umlauts und der (jüngeren) Vokaldifferenzierung, um die begrenzte Zahl der vokalischen Phoneme, in diesem Fall (aber nicht ausschließlich!) der Diphthonge. Daß die fallenden Diphthonge von den steigenden Diphthongen scharf zu unterscheiden sind, wird auch in diesen Untersuchungen wieder deutlich. Mit begrüßenswerter Deutlichkeit wendet sich Schürr gegen die alte These *Ascolis*, das aus á entstandene e sei «l'acutissima fra le spie celtiche» und bezeichnet sie mit Recht als *mirage phonétique*. Der Lautwandel *a > e* gehört in den Zusammenhang der allgemeinen Vokaldifferenzierung nach freier und gedeckter Stellung. Er reicht übrigens in den Ortschaften Porretta Terme, Castel di Casio und San Pellegrino (Com. Firenzuola) bis an den Apenninkamm. Den ganzen Komplex des romagnolischen Vokalwandels führt Schürr auf den Intensitätsakzent zurück, der in der Romagna fallend gewesen sei. Dazu ist zu bemerken, daß dieser Intensitätsakzent als Erklärungsprinzip allenfalls den Wert einer Hypothese haben kann. Wir beobachten ihn ja nur an seinen Wirkungen. Es ist die Frage, ob diese Hypothese nicht so lange verfrüht ist, als man zur Erklärung des vokalischen Lautwandels auf den konsonantischen Lautwandel (Sonorisierung, Degeminierung usw.) überhaupt noch nicht zurückgegriffen hat. Vielleicht ist die Hypothese des Intensitätsakzentes entbehrlich. Zum Problem des Substrats erscheint mir eine grundsätzliche Bemerkung Schürrs wesentlich: «E però irrelevante rapportarsi a un sostrato dove il fenomeno può essere spiegato dalle tendenze innate del sistema linguistico» (S. 455). Die sprachinterne Erklärung der Vokalisierung des *l* vor Kons., wichtig wegen des bestimmten Artikels, ist tatsächlich überzeugend. Eine reiche Beispielsammlung gibt Schürr vornehmlich für den Umlaut, dessen Bedeutung für die «innere Flexion» mit Recht unterstrichen wird. Weitere präzisierende Ausführungen betreffen die Apokope, die sog. Quantitätswirkung (Bildung neuer Vokalquantitäten), die Formenlehre und besonders die unregelmäßigen Verben. Im Anhang zwölf Texte (ausgewählte Sätze) in phonetischer Umschrift. Es wäre dringend zu wünschen, daß die z.T. sehr weit zurückliegenden Aufnahmen Schürrs systematisch mit dem heutigen Lautstand der jeweiligen Mundarten verglichen würden. Jedenfalls zeigt sich sehr deutlich der Wert von Mundartaufnahmen im allgemeinen und der Schürrschen im besonderen, die ein Kapital darstellen, das noch lange Zinsen abwerfen wird. H. Weinrich, Münster i. W.

*Inhalt der nächsten Hefte – Contents of the Following Numbers –
Sommaire des fascicules suivants*

- | | |
|--|---|
| B. BASCOM (San Gabriel, Cal.) | Tonomechanics of Northern Tepehuan |
| L. F. BROENAHAN (Ibadan) | Genetics and the «th-Sounds» |
| D. N. CARDENAS (Chicago, Ill.) | Acoustic Vowel Loops of Two Spanish Dialects |
| L. S. HULTZÉN (Edinburgh) | Information Points in Intonation |
| A. J. JOKI (Helsinki) | Die phonetische und lautgeschichtliche Erforschung der finnisch-ugrischen Sprachen in den Jahren 1941–1955 |
| H. and R. KAHANE (Urbana, Ill.) | The Variants of a Respondeme Described in Terms of Taxemes |
| I. LEHISTE and G. E. PETERSON (Ann Arbor, Mich.) | The Identification of Filtered Vowels |
| W. F. LEOPOLD (Evanston, Ill.) | Kindersprache |
| R. T. NASR (Beirut) | The Predictability of Stress in Lebanese Arabic |
| A. ROSETTI (Bucarest) | Sur la classification des phonèmes semi-voyelles (ou semi-consonnes) |
| F. TROJAN (Wien) | Die Ausdruckstheorie der Sprechstimme (seit 1945) |
| G. UNGEHEUER (Bonn) | Einführung in die Informationstheorie unter Berücksichtigung phonetischer Probleme |

Speech-Disorders

Origin – Semeology – Genetics

Sprachstörungen

Entstehung – Systematik – Vererbung

Troubles du langage

Origine – Séméologie – Génétique

Reports prepared for the 11th Congress of Logopedics and Phoniatrics

Hauptreferate für den 11. Kongreß für Logopädie und Phoniatrie

Rapports préparés pour le 11^e Congrès de Logopédie et de Phoniatrie

London 1959

Index:

- | | |
|--|---|
| LUCHSINGER, R. Zürich: | Die Vererbung von Sprach- und Stimmstörungen |
| MORLEY, M. E., Newcastle-upon-Tyne: | Defects of Articulation |
| CROATTO, L. et CROATTO-MARTINOLLI, C., Padova: | Physiopathologie du voile du palais |

166 p., 13 fig., 1959. sFr. 20.–

(Separatum «Folia Phoniatrica» Vol. 11, No. 1–3)

BASEL (Schweiz)

S. KARGER

NEW YORK

Journals - Zeitschriften - Revues

- Acta Anatomica** (Int. Archiv für Anatomie, Histologie, Embryologie und Zellforschung – Int. Archives of Anatomy, Histology, Embryology and Cytology – Archives Int. d'Anatomie, d'Histologie, d'Embryologie et de Cytologie)
- Acta Genetica et Statistica Medica**
- Acta Haematologica** (Int. Zeitschrift für Hämatologie – Int. Journal of Haematology – Journal Int. d'Hématologie)
- Acta Psychotherapeutica Psychosomatica et Orthopaedagogica** (Int. Journal of Psychotherapy, Psychosomatics, Special Education – Int. Zeitschrift für Psychotherapie, Psychosomatik und Heilpädagogik – Journal Int. de Psychothérapie, Psychosomatique, Education Spéciale)
- Annales Paediatrici** (Jahrbuch für Kinderheilkunde – Int. Review of Pediatrics – Revue Int. de Pédiatrie)
- Biologia Neonatorum** (Neo-Natal Studies – Études Néo-Natales – Zeitschrift für die Biologie des Neugeborenen)
- Cardiologia** (Int. Archiv für Kreislaufforschung – Int. Archives of Cardiology – Archives Int. du Cœur et des Vaisseaux)
- Confinia Neurologica** (Grenzgebiete der Neurologie – Borderland of Neurology – Les Confins de la Neurologie)
- Confinia Psychiatrica** (Grenzgebiete der Psychiatrie – Borderland of Psychiatry – Les Confins de la Psychiatrie)
- Dermatologica** (Dermatologische Zeitschrift – Int. Journal of Dermatology – Journal Int. de Dermatologie)
- Folia Phoniatria** (Int. Zeitschrift für Phoniatrie – Int. Journal of Phoniatriy – Journal Int. de Phoniatrie)
- Gastroenterologia** (Int. Zeitschrift für Gastroenterologie – Int. Review of Gastroenterology – Revue Int. de Gastroentérologie)
- Gerontologia** (Zeitschrift für experimentell-biologische und -medizinische Altersforschung – Journal of Experimental Biological and Medical Research on Ageing – Journal de Recherches expérimentales, biologiques et médicales sur le vieillissement)
- Gynaecologia** (Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie – Int. Monthly Review of Obstetrics and Gynecology – Revue Int. Mensuelle d'Obstétrique et de Gynécologie)
- International Archives of Allergy and Applied Immunology**
- Nutritio et Dieta** (Europäische Zeitschrift für Ernährung und Diätetik – European Review of Nutrition and Dietetics – Revue Européenne de Nutrition et Diététique)
- Oncologia** (Zeitschrift für Erforschung, Bekämpfung, Behandlung und Soziologie der Krebskrankheit – Journal of Cancer Research, Prevention, Treatment and Sociological Aspect – Revue de l'Exploration, du Traitement et de la Sociologie du Cancer)
- Ophthalmologica** (Int. Zeitschrift für Augenheilkunde – Int. Journal of Ophthalmology – Journal Int. d'Ophthalmologie)
- Phonetica** (Int. Zeitschrift für Phonetik – Int. Journal of Phonetics – Journal Int. de Phonétique)
- Practica Oto-Rhino-Laryngologica** (Int. Zeitschrift für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde und ihre Grenzgebiete – Int. Review of Otolaryngology – Revue Int. d'Otolaryngologie)
- Psychiatria et Neurologia** (Internationale Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie – Revue Internationale Mensuelle de Psychiatrie et Neurologie – International Monthly Review of Psychiatry and Neurology)
- Radiologia Clinica** (Int. Radiologische Rundschau – Int. Radiological Review – Revue Int. de Radiologie)
- Schweizerische Zeitschrift für Allgemeine Pathologie und Bakteriologie** (Revue Suisse de Pathologie générale et de Bactériologie – Swiss Journal of General Pathology and Bacteriology)
- Schweizerische Zeitschrift für Tuberkulose und Pneumonologie** (Revue Suisse de la Tuberculose et de la Pneumologie – Rivista Svizzera della Tubercolosi e della Pneumonologia)
- Urologia Internationalis**
- Vita Humana** (Int. Zeitschrift für Lebensaltersforschung – Int. Journal of Human Development – Journal Int. de Développement Humain)
- Vox Sanguinis** (Journal of Blood Transfusion and Immunohaematology – Journal de Transfusion Sanguine et d'Immunohématologie – Zeitschrift für Bluttransfusion und Immunohämatologie)

